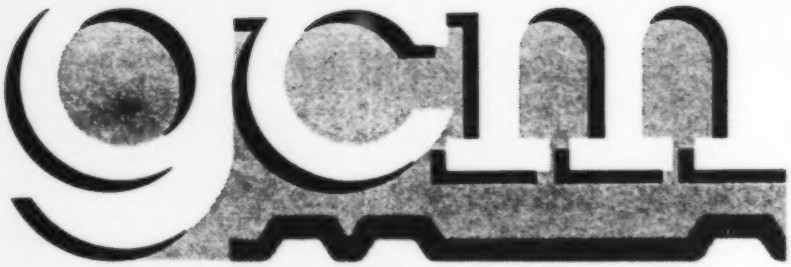
92-05112/

Rapport annuel 1989



Groupe de recherche en Physique et
Technologie des Couches Minces

Université de Montréal

École Polytechnique

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction	1
II.	Ressources humaines du groupe	2
III.	Programme de recherche du GCM	10
IV.	Laboratoires associés au GCM	30
V.	Publications du GCM en 1989	33
VI.	Mémoires et thèses complétés en 1989	38
VII.	Colloques et séminaires en 1989	39
VIII.	Conférences données par les membres	44
IX.	Financement du GCM	48
Annexe I	Subventions et commandites du GCM pour 1989	49

I-INTRODUCTION

Il nous fait plaisir de présenter le rapport d'activités du Groupe de recherche en physique et technologie des couches minces, le GCM, de l'Université de Montréal et de l'Ecole Polytechnique de Montréal, pour 1989.

Cette année encore, les activités du Groupe ont continué de se développer. Le nombre d'étudiants inscrits aux études supérieures semble tendre vers un régime de croisière. Mais le nombre de Maîtrises et Doctorats accordés aux étudiants du Groupe a continué à augmenter. Les sujets de recherche des étudiants actuels sont présentés dans la section II et les titres de thèses sont énumérés dans la section VI. Les principales activités de recherche sont décrites dans la section III, la liste de publications et conférences des chercheurs du GCM en sections V et VII et la liste de conférenciers invités en section VIII.

Afin de donner un aperçu complet des activités de nos membres, nous avons inclus dans ces listes plusieurs publications et conférences en dehors des axes de recherche principaux du Groupe. Dans ce contexte, toutes les publications et conférences des membres du groupe sont présentées. On note que le volume de publications du groupe a augmenté de façon considérable. Une liste des colloques et séminaires des deux départements d'attache des membres du GCM est également donnée, en plus des séminaires du Groupe.

Les membres du GCM s'attendent à plusieurs événements majeurs en 1990. Le plus important doit être l'intégration de nos cinq attachés de recherche des Actions Structurantes dans des postes de professeur. D'autres aspects de la fin de ce programme sont discutés en section IX.

Finalement, notons que le Directeur et le Directeur adjoint du Groupe compléteront six ans de mandat en mai 1990. En juin, le Directeur adjoint, le Pr J.L. Brebner deviendra Directeur et le Pr. J.F. Currie assumera le poste de Directeur adjoint. On sait d'avance qu'ils jouiront de l'appui total des autres membres.

II- RESSOURCES HUMAINES DU GROUPE

Pour l'année 1989 les ressources humaines du GCM étaient les suivantes:

Membres du GCM

BREBNER, John	:	Professeur titulaire Département de physique Université de Montréal Directeur adjoint du GCM
COCHRANE, Robert	:	Professeur titulaire Département de physique Université de Montréal
CURRIE, John	:	Professeur titulaire Département de génie physique École Polytechnique
GUJRATHI, Subhash	:	Professeur de Cégep et chercheur Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
HAMEL, Louis-André	:	Chercheur, Laboratoire de physique nucléaire Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
HETHERINGTON, Donald	:	Professeur de Cégep et chercheur Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
HINRICHSEN, Peter	:	Professeur de Cégep et chercheur Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
HOUDAYER, Alain	:	Professeur de Cégep et chercheur Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
LEONELLI, Richard	:	Chercheur, Département de physique Université de Montréal
LÉPINE, Yves	:	Professeur titulaire Département de physique Université de Montréal
LEWIS, Laurent	:	Chercheur, Département de physique Université de Montréal

MARTIN, Jean-Pierre	:	Adjoint au directeur du laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal Il a quitté le GCM en janvier 1989 Il est toujours à l'Université de Montréal
MASUT, Rémo	:	Chercheur, Département de génie physique École Polytechnique
MEUNIER, Michel	:	Professeur agrégé Département de génie physique École Polytechnique
NAJAFI, Iraj	:	Chercheur, Département de génie physique École Polytechnique
SACHER, Edward	:	Chercheur, Département de génie physique École Polytechnique
VASILOPOULOS, Panagiotis	:	Chercheur, Département de génie physique École Polytechnique
WERTHEIMER, Michael	:	Professeur titulaire Département de génie physique École Polytechnique
YELON, Arthur	:	Professeur titulaire Département de génie physique École Polytechnique Directeur du GCM

Professionnels

DUAN, Jiagi	:	Chercheure invitée Département de physique Université de Montréal
IZQUIERDO, Ricardo	:	Associé de recherche Département de génie physique École Polytechnique
KUTTEL, Olivier	:	Chercheur postdoctoral Département de génie physique École Polytechnique
KAJRYS, Georges	:	Physicien Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
KLEMBERG-SAPIEHA Jolanta	:	Associée de recherche Département de génie physique École Polytechnique

LAMOUCHE, Guy	:	Associé de recherche Département de génie physique École Polytechique
LEMAY, Louis	:	Associé de recherche Département de physique nucléaire Université de Montréal
LI, M.J.	:	Chercheur postdoctoral Département de génie physique École Polytechnique Depuis mai 1989
MARTINU, Ludvik	:	Chercheur invité Département de génie physique École Polytechnique
MOVAGHAR, Bijan	:	Professeur invité Département de génie physique, École Polytechnique et Département de physique, Université de Montréal De juin à décembre 1989
OKONIEWSKI, Andrzej	:	Associé de recherche Département de génie physique A quitté en juillet 1989 pour un autre emploi
OXORN, Kenneth	:	Physicien Laboratoire de physique nucléaire Université de Montréal
PIYAKIS, Kostas	:	Associé de recherche Département de génie physique École Polytechnique Depuis mai 1989
POULIN-DANDURAND, Suzie	:	Associée de recherche Département de génie physique École Polytechnique
SELMANI, Amine	:	Consultant Département de génie physique, École Polytechnique Il est professeur adjoint au département de génie chimique depuis juin 1989

Secrétaire

TREMBLAY, Ginette	:	Secrétaire du GCM

Techniciens

BÉRICHON, Pierre	:	Technicien d'accélérateurs
CÔTÉ, Robert	:	Technicien
GOSSELIN, Réal	:	Technicien d'atelier
JALBERT, Gilles	:	Technicien
LACOURSIÈRE, René	:	Technicien d'atelier
LÉVESQUE, Alain	:	Technicien en électronique
LÉVESQUE, Jean-Paul	:	Technicien
MORIN, Cécile	:	Technicienne partie en juin 1989
PELLETIER, Claude	:	Technicien d'atelier
RICHARD, Gaétan	:	Technicien en ajustage mécanique
RIGANO, François	:	Électronicien
RINFRET, Germain	:	Technicien d'atelier
RINFRET, Robert	:	Technicien en électronique

Étudiants inscrits en décembre 1989

3e cycle	Sujet	Directeur
Abadli, L.	Effet de la pression sur les propriétés de transport des métaux amorphes.	R.W. Cochrane
Aitelhabti, D.	Phénomènes de transport quantique dans les superréseaux.	P. Vasilopoulos et J.F. Currie
Amtout, A.	Étude des interactions électron-phonons dans des diélectriques polaires.	R. Leonelli
Arsenault, C.	Dispositifs à effet tunnel résonant.	M. Meunier
Beaudoin, M.	Superréseaux à base de semi-conducteurs amorphes.	M. Meunier
Beaulieu, Y.	Étude des couches minces de InSb déposées sur GaAs.	J.L. Brebner et J. Webb du CNR
Bekkay, T.	Étude UPS et XPS de a-Si:H dopé.	A. Yelon et E. Sacher
Bensaada, A.	Préparation et caractérisation des composés ternaires InGaP.	R.W. Cochrane et R.A. Masut
Bultena, S.	Effet de la température sur l'implantation ionique à haute énergie d'oxygène dans le silicium.	L. Lessard
Claude, R.	Polymérisation par plasmas: effet de la fréquence de l'onde électro-magnétique.	M.R. Wertheimer et M. Moisan
Cova, P.	Croissance et caractérisation de InP par LP-MOCVD.	R.A. Masut et J.F. Currie
Diawara, Y.	Photodétecteur à base de silicium amorphe hydrogéné.	J.F. Currie
Dubeau, J.	Détermination de l'énergie de création de paire électron-trou par des particules ionisantes dans le silicium amorphe hydrogéné.	L.-A. Hamel
Gagnon, G.	Propriétés de l'interface métal (TiN) semi-conducteur (GaAs).	A.J. Houdayer, J.L. Brebner et J.F. Currie
Huai, Y.	Metal-Metal Superlattices	R.W. Cochrane

Keroack, D.	Propriétés électriques et optiques de TiO_2	J.L. Brebner et Y. Lépine
Lamontagne, B.	Études d'interactions de couches minces par XPS.	M.R. Wertheimer et E. Sacher
Lian, A.	Études de multicouches diélectriques	M.R. Wertheimer
Morel, R.	Études du comportement électronique de couches minces amorphes.	R.W. Cochrane
Morris, D.	Propriétés optiques des couches minces et de superréseaux sous contraintes dans le système GaAs - $Ga_{1-x}In_xAs$.	J.L. Brebner et A. Roth du CNR
Pochet, T.	Étude de la collection de charge dans des détecteurs de particules chargées au silicium amorphe hydrogéné.	L.-A. Hamel
Sundararaman, C.	Fabrication et caractérisation d'un transistor à effet de champ à hétérostructure.	J.F. Currie
Tao, Y.	Étude de passivation de semiconducteurs III-V par STM.	A. Yelon
Tessier, Y.	Fabrication de membrane autosupporteur en SiC pour photo-masques à rayons-X.	J.F. Currie
Touhouche, K.	Implantation ionique de l'oxygène à haute énergie dans le silicium.	A. Yelon
Trudeau, Y.	Caractérisation des défauts cristallins dus à l'implantation ionique dans les semi-conducteurs.	J.L. Brebner et L.-A. Hamel
Wan, J.	Étude par spectroscopie optique des états d'impuretés dans les alliages de $In_xGa_{1-x}Se$:S.	R. Leonelli et J.L. Brebner
Wang, W.-S.	Laser du type guide d'onde dans le verre.	S.I. Najafi et J.F. Currie
Wu, C.	Réalisation de modulateur optoélectronique dans le GaAs.	S.I. Najafi et R. Maciejko

2e cycle	Sujet	Directeur
Amyot, N.	Caractérisation électrique et structurale de couches minces de fluorocarbones plasma-polymérisées.	M.R. Wertheimer
Bentourkia, M.	Réponse de diodes p-i-n à des ions lourds.	S.C. Gujrathi
Bernier, M.H.	Évaluation du cuivre pour les interconnections de circuits intégrés ULSI.	J.F. Currie
Boivin, S.	Guides d'ondes Ti:$LiNbO_3$ fabriqués par procédé laser.	M. Meunier et S.I. Najafi
Cliche, L.	Mesure du défaut de hauteur d'impulsion d'un détecteur à barrière de surface pour les ions ^{16}O, ^{35}Cl et ^{81}Br.	S.C. Gujrathi et L.-A. Hamel
Elmahboubi, A.	Transport dans les superréseaux à base de semiconducteurs amorphes.	M. Meunier
Ethier, S.	Simulation numérique du processus de croissance épitaxiale de semiconducteurs en couches minces.	L.J. Lewis
Gu, K.	Études de niveaux profonds d'impuretés dans le GaAs.	J.L. Brebner
Hlaouti, M.	Modification de surface des biomatériaux à l'aide des plasmas froids.	M.R. Wertheimer et A. Selmani
Lafontaine, H.	Préparation de couches minces de tungstène par pulvérisation cathodique pour photomasques à rayons-X.	J.F. Currie
Lavoie, C.	Dépôt de titane par procédé laser.	M. Meunier
Lecours, A.	Dépôt de tungstène par procédé laser.	M. Meunier
Martin, J.	Bistabilité optique dans des alliages de la famille III-VI.	R. Leonelli
Matte C.	Fabrication et caractérisation de photo-piles sur InP.	J.F. Currie et R.A. Masut
Mousseau, N.	Modèles statiques et dynamiques de silicium amorphe hydrogéné.	L.J. Lewis
Mouton, A.	Fabrication et caractérisation de transistors à effet de champ sur l'InP.	J.F. Currie

Ouhlal, A.	Étude théorique de l'adhérence métal-polymère.	A. Yelon et A. Selmani
Pengnian, S.	Fabrication et caractérisation de guides d'ondes déposés en couches minces dans le milieux aqueux (spin-on-glass).	J.F. Currie et S.I. Najafi
Périard, M.	Cellules solaires à base d'a-Si:H recristallisé.	R.W. Cochrane
Thibault, D.	Polaron intermédiaire à l'aide de méthodes de type Monte Carlo.	Y. Lépine

III- PROGRAMME DE RECHERCHE DU GCM

Le lecteur qui compare ce rapport avec celui de 1987-1988 remarquera que l'organisation de cette section a été modifiée de façon substantielle. Les changements proviennent de quatre faits:

-L'augmentation constante de nos activités en matériaux et procédés pour la microélectronique, de loin notre programme le plus important.
-La croissance de nos activités en photonique, initialement considérée comme un aspect de nos activités en microélectronique. Ces travaux méritent maintenant d'être traités comme un programme distinct.
-Notre volonté de montrer l'intégration, de plus en plus complète, entre les activités théoriques et expérimentales.
-La nécessité de présenter au lecteur un tableau simple et compréhensible des programmes. En conséquence, le tableau de nos activités est divisé en quatre programmes, chacun comportant des aspects théoriques et expérimentaux:

PROGRAMME 1: MATÉRIAUX, PROCÉDÉS ET DISPOSITIFS POUR LA MICROÉLECTRONIQUE

Projet 1.1: Techniques nucléaires.
- 1.1.1: Analyse par techniques de faisceaux ioniques.
- 1.1.2: Implantation ionique profonde.

Projet 1.2: Dépôts de couches minces et gravure par plasma "froid".
- 1.2.1: Dépôt de polymères et de composés du Si par plasma "froid".
- 1.2.2: Gravure et modification de surfaces polymériques par plasma "froid".
- 1.2.3: Diagnostic des plasmas.

Projet 1.3: Adhérence des métaux déposés sur des substrats polymériques.

Projet 1.4: Préparation des surfaces des semiconducteurs.

Projet 1.5: Étude de dopants et de pièges dans les semiconducteurs.
- 1.5.1: Photoluminescence en continu.
- 1.5.2: Photoluminescence résolue en domaine temporel.
- 1.5.3: Photoconductivité.
- 1.5.4: Caractérisation par techniques électriques.
- 1.5.5: Etude théorique de l'effet des défauts chargés sur la densité d'états électroniques.

Projet 1.6: Croissance épitaxiale par MOCVD et caractérisation de composés III-V.
- 1.6.1: Construction du réacteur MOCVD.
- 1.6.2: Etude d'hétérostructure du type InGaAs/GaAs
- 1.6.3: Simulation du processus de croissance épitaxiale

Projet 1.7: Procédés laser pour la microélectronique.

Projet 1.8: Dispositifs microélectroniques sur GaAs et InP.
- 1.8.1: MESFET et MISFET sur GaAs et InP.
- 1.8.2: MMIC sur GaAs.

Projet 1.9: Nanolithographie et nanogravure.

Projet 1.10: Transport quantique dans les structures à dimensionalité réduite.
1.10.1: Transport dans les microstructures.
1.10.2: Propriétés électroniques des super-réseaux.
1.10.3: Effet tunnel résonant dans les doubles barrières.

PROGRAMME 2: MATÉRIAUX, PROCÉDÉS ET DISPOSITIFS POUR LA PHOTONIQUE

Projet 2.1: Procédés laser pour la photonique.

Projet 2.2: Dispositifs sur le verre.
2.2.1: Dispositifs passifs d'optique intégrés sur le verre.
2.2.2: Laser de type guides d'ondes.

Projet 2.3: Commutateur optoélectronique sur GaAs.

Projet 2.4: Bistabilité optique dispersive

PROGRAMME 3: PROPRIÉTÉS ET APPLICATIONS DU SILICIUM AMORPHE HYDROGÉNÉ

Projet 3.1: Propriétés du a-Si:H.

Projet 3.2: Modèles structuraux du a-Si:H.

Projet 3.3: Piles et détecteurs photovoltaïques.

Projet 3.4: Transistor à induction statique.

Projet 3.5: Multicouches à base de silicium amorphe.

Projet 3.6: Détecteurs nucléaires au silicium amorphe.

Projet 3.7: Déconvolution des photo-courants transitoires.

PROGRAMME 4: MATÉRIAUX NOUVEAUX

Projet 4.1: Métaux amorphes.
4.1.1: Transport.
4.1.2: Modèles structuraux.

Projet 4.2: Multicouches métalliques.

Projet 4.3: Multicouches diélectriques.

Projet 4.4: Transitions structurales dans les isolants.
4.4.1: Cristaux moléculaires.
4.4.2: Perovskites.

Projet 4.5: Polarons dans les matériaux polaires.
4.5.1: Corrections à l'approximation du continuum.
4.5.2: Polaron intermédiaire.

Projet 4.6: Matériaux lamellaires.

Projet 4.7: Semiconducteurs de la famille des II-VI

DESCRIPTION DES PROJETS

PROGRAMME 1: MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS POUR LA MICROÉLECTRONIQUE

Projet 1.1: Techniques nucléaires

1.1.1: Analyse par techniques de faisceaux ioniques

Chercheurs participants: J.L. Brebner, S.C. Gujrathi, L.A. Hamel, D. Hetherington, P.F. Hinrichsen, A.J. Houdayer, R.A. Masut, A. Yelon, G. Kajrys, L. Lemay, K. Oxorn
Associés: A. Roth, CNRC, Ottawa

Nos techniques d'analyse par faisceaux ioniques ont utilisé environ 3650 heures de faisceau en 1989. Ce temps fut partagé entre des projets de recherche, des contrats et le développement. Les techniques ERD (Elastic Recoil Detection) et ERD-TOF (Time of Flight) ont servi à caractériser des films de composés de silicium (P-SiN, P-SiC, Si_3N_4:H, P-SiO_2, P-SiON, a-Si:H, PP-HMDS) de a-B:H, de TiB_2, de TiN et à étudier l'effet du recuit thermique rapide sur des dépôts de P et de B sur du a-Si:H.

Les techniques PIXE (Particle Induced X-ray Emission) et microPIXE ont servi à étudier l'effet de recuits thermiques rapides sur la variation de la stoechiométrie de surface de GaAs, la désorption de l'or de différentes matrices à l'aide d'un laser, les impuretés dans les isolants de câbles haute tension ainsi que les filtres aérosol.

Une étude systématique d'une série de couches hétéroépitaxiales de InGaAs sur GaAs d'épaisseur et de concentration d'In variable sur divers substrats nous a permis de déterminer l'épaisseur critique et la qualité structurale de ce matériau. En mesurant l'angle entre le canal du substrat et celui du film, un stress maximal et une qualité médiocre du cristal ont été observés, quand l'épaisseur de la couche est proche de l'épaisseur critique, suggérant des mécanismes de relaxation beaucoup plus complexes que proposés par les modèles courants (cf projet 1.6).

Par ailleurs, le profilage des défauts cristallins dans le GaAs implanté au Si++ (7MeV) à diverses doses, avant et après recuit et/ou attaque chimique des échantillons, a été effectué par canalisation-RBS avec des faisceaux d'hélium à plusieurs énergies et sous plusieurs angles. Il a été remarqué que la distribution du dommage apparaît un peu plus près de la surface (de 0 à 2.8 μm) avec cette technique qu'avec XTEM (Cross-Sectional Transmission Electron Microscopy), CV (Capacité Versus Voltage), XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy). De plus, on a observé que le dommage créé par les ions implantés a une dépendance moins que linéaire sur la dose. Le cristal recuit retrouve sa qualité originale de part et d'autre de la zone de défauts résiduels (de 2.2 à 2.8 μm).

Finalement, des structures d'oxyde enfouies, produites par l'implantation d'ions d'oxygène à 6 MeV dans le silicium ont été étudiées par la canalisation-RBS d'un faisceau d'hélium. Les échantillons recuits et non-recuits sont présentement analysés pour déterminer les caractéristiques des structures de silicium sur isolant produites par cette technique prometteuse. Les échantillons recuits présentent une bonne qualité cristalline jusqu'à une profondeur de ~3 μm, suivie par une région polycristalline de ~0.5 μm et une couche riche en oxygène de ~0.2 μm.

Les développements apportés à nos méthodes d'analyse comprennent l'achèvement du logiciel d'analyse ERD qui permet d'accroître notre productivité d'un facteur 4 et de satisfaire une demande croissante. Dans le but d'améliorer les résolutions en masse et en profondeur des mesures ERD et HIRBS (Heavy Ion Rutherford Backscattering Spectroscopy), nous avons étudié la réponse des détecteurs semi-conducteurs aux ions lourds. Nous avons mesuré le défaut de hauteur d'impulsion, la résolution et l'importance de la queue à haute énergie des détecteurs à barrière de surface et de photodiodes p-i-n commerciales. Les pertes par collisions nucléaires et les pertes dans la fenêtre d'entrée ainsi que les

fluctuations de ces quantités expliquent l'essentiel des résultats. On observe que les photodiodes p-i-n peuvent avoir une résolution équivalente aux détecteurs à barrière de surface et ce, à un coût bien moins élevé, un atout majeur vu la dégradation rapide des dispositifs par des doses élevées d'ions lourds.

1.1.2: Implantation ionique profonde

Chercheurs participants: J.L. Brebner, L.-A. Hamel, A. Yelon, G. Kajrys, K. Oxorn
Associé: M. Simard-Normandin, Northern Telecom, Ottawa, S. Elliott, Texas A&M University

Nous avons étudié l'implantation à haute énergie (6 MeV) de fortes doses d'^{16}O dans le silicium pour produire des couches isolantes profondes de SiO_2. Les mesures par ERD des profils d'implantation s'accordent bien avec les prédictions théoriques du programme TRIM (Transport of Ions in Matter). Les effets de l'implantation et du recuit ont été étudiés en utilisant la microscopie électronique et la canalisation. Après des recuits à 1300°C, on peut obtenir une couche d'oxyde stoechiométrique à partir d'une dose sous-stoechiométrique. Avec l'implantation à la température ambiante, le recuit laisse des macles à l'interface entre le Si et le SiO_2. Afin de réduire les temps requis pour l'implantation, nous avons construit une nouvelle ligne d'implantation au Dynamitron qui permet d'obtenir des courants jusqu'à 5 μA. Nous étudions aussi, en collaboration avec Northern Telecom, l'implantation de bore à travers une couche de SiO_2 afin de produire des couches dopées profondes. Nous réalisons présentement une nouvelle chambre d'implantation afin d'obtenir un vide poussé (10^{-7} Torr) et de chauffer les échantillons pour étudier l'effet de la température d'implantation. Nous avons aussi réalisé une nouvelle source d'ions au Tandem qui fournira un plus grand choix d'ions et des courants plus élevés que la source actuelle. Ceci nous permettra d'étudier l'implantation de Si, Se, Te, etc. dans le GaAs.

Projet 1.2: Dépôts de couches minces et gravure par plasma "froid"

1.2.1: Dépôts de couches minces et gravure par plasmas "froids".

Chercheurs participants: M.R. Wertheimer, J.E. Klemberg Sapieha, O.M. Küttel, L. Martinu, E. Sacher
Associés: L. Bertrand, H.P. Schreiber, M. Moisan (Université de Montréal), S. Sapieha (PAPRICAN), D.G. Zimcik (Agence Spatiale Canadienne), K.G. Balmain et R.C. Tennyson (Université de Toronto).

(a) Matériaux inorganiques

Nous avons perfectionné la technique de préparation de couches minces d'oxynitrures de silicium (P-SiO_xN_y:H) dont la composition couvre toute la gamme entre le nitrure stoëchiométrique (P-$SiN_{1.3}$:H) et le dioxyde (P-SiO_2:H). Comme avant, nous utilisons le plasma hyperfréquentiel, mais nous avons en plus commencé à étudier l'effet, fort bénéfique, d'une polarisation radio-fréquentielle appliquée simultanément au substrat. Mis à part l'utilité de ces matériaux diélectriques en microélectronique, nous avons aussi étudié leur application dans d'autres domaines, à savoir:
-en aérospatiale (barrières contre l'érosion par l'oxygène atomique);
-dans l'industrie de l'emballage (barrières contre la perméation d'O_2, H_2O, CO_2 à travers des polymères).

Dans le premier cas (couches protectrices pour l'espace) nous avons obtenu une subvention stratégique de trois ans d'une valeur annuelle de 96 K$, conjointement avec l'université de Toronto et l'Agence Spatiale. M.R. Wertheimer a reçu la bourse Killam à partir du 1er juin 1990 pour une période de deux ans, pour se consacrer de façon plus intensive à ces recherches.

(b) Matériaux organiques

Nous avons poursuivi nos recherches sur l'effet de la fréquence d'excitation du plasma dans la région entre quelques MHz et 2.45 GHz, travaux qui continuent à souligner l'effet important de la distribution en énergie du gaz électronique. Sur le plan pratique, nous continuons à étudier les propriétés "électret" des plasma-polymères, leurs propriétés comme membranes séparatrices et comme revêtements du papier. Les couches organiques déposées sous fort bombardement ionique (type "diamant") ont d'excellentes propriétés mécaniques (dureté extrême), de barrière, et optiques (transparence dans l'infra-rouge).

1.2.2: Gravure et modification de surfaces polymériques par plasma "froid"

Chercheurs participants: M.R. Wertheimer, J.E. Klemberg Sapieha, O.M. Küttel, L. Martinu, E. Sacher
Associés: S. Sapieha (PAPRICAN), N.S. McIntyre (University of Western Ontario), A. Selmani (génie chimique), R. Guidoin (Université Laval)

Nous utilisons un appareil "LMP", construit avec l'aide d'une subvention "COOP" du CRSNG, afin de créer un plasma de grand volume et grande surface. Ces plasmas peuvent être excités avec l'énergie radio-fréquentielle (13.56 MHz), hyperfréquentielle (2.45 GHz) ou mixte, ce qui nous a permis d'étudier l'effet de ce paramètre sur la gravure d'un nombre important de polymères commerciaux (y compris le papier) dans des mélanges O_2 + CF_4. Plus récemment, nous nous sommes concentrés sur la modification de surfaces polymériques avec l'objectif d'améliorer l'adhérence, et la biocompatibilité, domaines de très grand intérêt pour l'industrie. Ce projet fait l'objet d'une subvention CRSNG "COOP" de trois ans (début: janvier 1990), conjointement avec le ICST ("Institute for Chemical Science and Technology", Sarnia, Ont.) et l'Université de Western Ontario. Sous cette même rubrique, le ministère de la défense nationale (par le biais du ministère d'approvisionnement et services) nous a accordé un contrat sur la modification de surface du carbone actif par voie de traitement par plasma "froid".

1.2.3: Diagnostic des plasmas

Chercheurs participants: M.R. Wertheimer, J.E. Klemberg Sapieha, O.M. Küttel, L. Martinu
Associés: R. Bartnikas (IREQ), M. Moisan (Université de Montréal)

Nous utilisons, pour l'instant, deux des trois principales méthodes diagnostiques pour caractériser les plasmas "froids", à savoir, (i) la spectroscopie optique et (ii) les sondes électrostatiques. La troisième méthode, la spectroscopie de masse est également disponible dans notre laboratoire; elle est présentement inactive pour raisons de manque de main d'oeuvre. Dans la première catégorie, nous avons reçu un système "OMA" ("Optical Multichannel Analyser"), acquis grâce à une subvention d'appareillage du CRSNG. Une première étude reliée à la polymérisation par plasma (projet Ph.D. de R. Claude) a été menée à bien et publiée. Les méthodes de sondes ont été utilisées afin de mesurer la densité de plasmas, et les flux et énergies d'ions incidents sur le substrat dans les cas de plasmas RF, micro-onde et "fréquences mixtes". Plusieurs résultats nouveaux et intéressants ont été observés et corrélés avec les résultats des projets 1.2.1 et 1.2.2, objets de plusieurs publications.

Projet 1.3: Adhérence des métaux déposés sur des substrats polymériques

Chercheurs participants: S. Poulin-Dandurand, E. Sacher, A. Yelon, A. Selmani
Associé: T.H. Ellis, Université de Montréal

La microélectronique utilise les dispositifs multi-couches, composés de couches alternées de métal et de polymère. Bien qu'on puisse utiliser des agents d'adhérence afin de promouvoir l'adhérence d'une couche polymérique à un substrat métallique, l'inverse est plus difficile: il n'y a pas d'agent d'adhérence pour les couches métalliques sur les substrats polymériques. Plutôt, il faut compter sur les réactions provoquées lors du dépôt pour donner l'adhérence cherchée. Pour étudier ces réactions, nous utilisons XPS (spectroscopie photoélectronique stimulée par les rayons X) qui peut déterminer les états de valence des atomes par les déplacements d'énergie des pics d'émission.

En utilisant des couches métalliques assez minces pour permettre de les sonder ainsi que leurs interfaces avec le substrat, nous avons étudié les couches de cuivre, d'aluminium et d'or sur polyimide. Bien que le degré d'interaction soit différent, chaque métal réagit avec le polyimide lors du dépôt. La réaction est entre les groupements carbonyl et les atomes métalliques; la chaleur ainsi libérée sert à isomériser les groupements imides proches de la surface en groupements isoimide. Cette succession de réactions est confirmée par les expériences HREELS (perte d'énergie électronique à haute résolution) effectuées au Laboratoire Interdisciplinaire de la Spectroscopie Electronique à Namur en Belgique, ainsi que par les calculs de mécanique quantique effectués au département de génie chimique à l'Ecole Polytechnique.

La raison pour laquelle ces réactions apportent une adhérence entre métal et polyimide fait toujours l'objet de recherche. Cette question est estimée suffisamment importante pour l'industrie microélectronique pour que l'American Chemical Society parraine un Congrès à Montréal (1989 septembre 24-28) organisé par le Dr. Sacher. Une centaine de personne, la plupart d'autres pays, y ont assisté.

Projet 1.4: Préparation de surface des semi-conducteurs

Chercheurs participants: J.F. Currie, R.A. Masut, E. Sacher, J.L. Brebner, A. Yelon, M. Meunier

Ces travaux sont concentrés sur la préparation de surfaces de semiconducteurs III-V dont le GaAs et le InP, et de silicium cristallin et amorphe hydrogéné par attaque chimique en milieu aqueux ou plasma. Dans chaque cas nous avons évalué la qualité de l'oxyde ou de la monocouche résiduelle en ce qui concerne la densité d'états électroniques, la barrière de potentiel, la structure cristalline et sa résistance physico-chimique aux procédés subséquents. La maîtrise de cette préparation de base est essentielle pour les projets de fabrication de dispositifs électroniques et d'épitaxie MOCVD. L'évaluation des liaisons chimiques à la surface est faite principalement par XPS et DEL. Nous explorons la technique de microscopie à effet tunnel en atmosphère ambiante afin d'évaluer la structure des monocouches et l'uniformité de la barrière de potentiel à l'échelle atomique.

Projet 1.5: Etude de dopants et de pièges dans les semi-conducteurs

1.5.1: Photoluminescence en continu

Chercheurs participants: R. Leonelli, J.L. Brebner, J.F. Currie, J. Duan
Associé: D. Cossement, INRS-énergie

Nous avons étudié les impuretés résiduelles dans des couches épitaxiales de GaAs fabriquées par transport réactif à courte distance. Nous avons ainsi révélé la présence de germanium et l'absence de

silicium dans ces couches, même lorsque la source est un substrat de GaAs dopé Si.

Nous avons entrepris l'étude de l'émission dans l'infrarouge (0,7-1.5 eV) de couches de InP traitées thermiquement par recuit et chimiquement par dépôt de soufre. Cette étude révèle l'augmentation des niveaux profonds dus aux lacunes de phosphore lorsque la température de recuit augmente et met en évidence le rôle actif du soufre dans la passivation de ces défauts.

1.5.2: Photoluminescence résolue en domaine temporel.

Chercheurs participants: R. Leonelli, J. Duan et J.L. Brebner
Associé: B. Movaghar, GEC Londres

Nous avons étudié le comportement temporel de l'émission D-A dans du GaAs et du InP. Nous avons mis en évidence une corrélation entre le déplacement spectral des bandes et leur intensité en fonction du temps. Une analyse théorique du phénomène est en cours. Les résultats préliminaires indiquent que cette technique permettra de connaître les concentrations relatives (et peut-être même absolues) des accepteurs impliqués dans les processus de recombinaison D-A.

1.5.3: Photoconductivité

Chercheurs participants: J.L. Brebner

Nous avons commencé l'étude des pièges profonds dans le GaAs semi-isolant et à haute résistivité, par photoconductivité dans l'infrarouge. Nous utilisons une géométrie coplanaire ou en sandwich. Nous étudions des échantillons fabriqués par transport en phase vapeur dans un espace restreint. Nous avons mis en évidence divers états d'impuretés dont la nature et la concentration dépendent des conditions de croissance.

1.5.4: Caractérisation par techniques électriques

Chercheurs participants: R. Cochrane, J.F. Currie

Nous avons étudié différentes couches de GaAs par effet Hall en fonction de la température pour déterminer la densité de porteurs et leur mobilité. Nous avons continué l'évaluation de dispositifs à base de a-Si:H par la technique de spectroscopie diélectrique.

1.5.5: Etude théorique de l'effet des défauts chargés sur la densité d'états électroniques

Chercheur participant: L.J. Lewis
Associé: B. Movaghar, GEC Londres

Nous cherchons dans ce projet à comprendre l'effet qu'ont les défauts chargés sur la densité d'états électroniques dans le gap des semiconducteurs. Nous utilisons une combinaison de techniques numériques et analytiques pour évaluer la densité d'états résultant de l'exposition du matériau à une lumière suffisamment intense. Ceci a pour effet d'induire des queues de bande quasi exponentielles, comme dans les semi-conducteurs amorphes. L'importance de ces queues de bande peut toutefois être contrôlée en variant l'intensité de la lumière incidente. Nous proposons que des techniques d'absorption soient utilisées pour vérifier nos prédictions: l'effet, si il est réel, pourrait avoir des implications

importantes pour la technologie des dispositifs.

Projet 1.6: Croissance épitaxiale par MOCVD et caractérisation de composés III-V

1.6.1: Construction du réacteur MOCVD

Chercheurs participants: R.A. Masut, J.F. Currie

Le réacteur MOCVD est en opération depuis l'été 1989 et l'on y produit des couches épitaxiales de phosphure d'indium de bonne qualité. Le réacteur est couplé à un bruleur de gaz toxique (dessiné et construit à l'Ecole Polytechique) qui fonctionne de façon sécuritaire.

Nous avons commencé l'extension de lignes d'organométalliques pour faire la croissance de composés ternaires.

1.6.2: Etude d'hétérostructures du type InGaAs/GaAs

Chercheurs participants: J.L. Brebner, R. Leonelli, R.A. Masut, J. Duan
Associé: A.P. Roth, C.N.R.

a) Hétérostructures simples relaxées: Nous avons étudié les temps de vie associés à la recombinaison radiative des excitons liés dans des couches épitaxiales de InGaAs sur substrat de GaAs orienté et désorienté. Nos résultats mettent en évidence la concentration élevée de dislocations dans des couches déposées sur substrat orienté.

b) Superréseaux: Nous avons observé l'émission provenant de superréseaux de InGaAs/GaAs. Nos résultats démontrent clairement la présence d'une émission provenant d'excitons situés au point π des minibandes.

c) Puits quantiques couplés: Nous avons étudié des puits quantiques triples par photoconductivité. Ces mesures permettent de mieux comprendre l'effet d'un champ électrique externe sur le couplage résonnant entre les puits. De plus, ces structures ont une application potentielle comme modulateurs électro-optiques.

1.6.3: Simulation du processus de croissance épitaxiale

Chercheurs participants: L.J. Lewis

Nous avons entrepris l'étude, au moyen de techniques de simulation numérique, du processus de croissance épitaxiale. Notre objectif est de comprendre l'effet de divers paramètres expérimentaux sur le processus de croissance et la qualité de la couche: température du substrat, température des particules incidentes, angle d'arrivée, etc. Le code de simulation est complexe et représente un long travail de développement. Toutefois, nous avons observé la reconstruction 2*1 de la surface (100) du silicium, et avons fait nos premières tentatives de croissance. Dans un premier temps, nous examinons le cas de Si et Ge sur Si(100), mais prévoyons étendre cette étude à la croissance de GaAs sur Si ou GaAs.

Projet 1.7: Procédés laser pour la microélectronique

Chercheurs participants: M. Meunier, R. Izquierdo

Le Laboratoire de Procédés Laser (LPL) comporte des systèmes basés sur des lasers excimères et/ou des lasers Ar^+ pour la fabrication de dispositifs microélectroniques et photoniques. Ces lasers sont utilisés pour stimuler des réactions chimiques sur une surface pouvant donner lieu à un dépôt de couches minces (métal, semi-conducteur ou isolant) ou à de la gravure. Nous avons fait le design et la réalisation d'un système de dépôt de tungstène par laser Ar^+ sur du GaAs afin de faire des contacts électriques. Ce système sera aussi utilisé pour faire de l'interconnexion entre des circuits microélectroniques.

Projet 1.8: Dispositifs microélectroniques sur GaAs et InP

1.8.1: MESFET et MISFET sur GaAs et InP

Chercheurs participants: J.F. Currie

Nous poursuivons l'élaboration d'un procédé de fabrication de transistors à effet de champ métal-semiconducteur (MES) et métal-isolant-semiconducteur (MIS) soit sur des couches épitaxiales soit sur des couches implantées. Nous explorons une technologie de sulfurisation pour améliorer les dispositifs MIS au plan de la densité d'états de surface. Nous caractérisons les dispositifs en courant continu et en courant alternatif jusqu'à une fréquence de 3GHz. Ces résultats sont utilisés dans la simulation et dans la conception assistée par ordinateur de tels dispositifs.

1.8.2: MMIC en GaAs

Chercheurs participants: J.F. Currie
Associés: Y. Savaria, O.E. Berolo, M. Stubbs

En collaboration avec le centre de recherches en communications (CRC), nous avons eu accès aux services de fonderie analogique (Adams Russel) et numérique (Triquint). Suivant les règles de design de chaque fonderie nous avons réalisé des circuits prototypes de division de fréquence, de multi-plexage, et d'amplification. Nous avons assemblé l'appareillage nécessaire pour faire des tests jusqu'à 3GHz soit sous pointes, soit en boîte.

Projet 1.9: Nanolithographie et nanogravure

Chercheur participant: J.F. Currie
Associés: H. Pépin et A. Chaker, INRS Energie

Ce projet se déroule dans le cadre de subventions thématiques et, depuis novembre 1989, du réseau de centres d'excellence sur la microélectronique ("MICRONET") dont le professeur Pépin de l'Université du Québec/INRS Energie est lun des responsables. L'objectif principal de ces travaux est le développement d'un procédé intégré pour la lithographie par rayons-X de dispositifs et de circuits intégrés submicroniques. Les travaux qui se déroulent dans le laboratoire MODFAB du GCM portent sur:

1) la caractérisation de photorésines du type NOVOLAK sensibles aux rayons-X en ce qui concerne:
   a) la sensibilité et la résolution optimales
   b) la latitude du procédé
   c) la résistance aux attaques plasma

2) la fabrication de membranes autosupportées de carbure de silicium ou de nitrure de silicium de dimension de quelques micromètres sous une contrainte légère, et

3) le dépôt et la mise en forme de couches métalliques réfractaires (eg. de tungstène) qui servent de couches absorbantes libres de déformation mécanique sur les photomasques pour circuits ULSI.

Des études complémentaires expérimentales et numériques se déroulent à Varennes et au CNRC sous la direction du prof. Pépin sur les sujets de:

a) modélisation d'exposition et do distorsion
b) exposition de masques par rayons-X provenant de plasmas excités par laser
c) évaluation des contraintes physiques dans les photomasques
d) dépôt de membranes par ablation laser

Projet 1.10: Transport quantique dans les structures à dimensionalité réduite

1.10.1: Transport dans les microstructures

Chercheur participant: P. Vasilopoulos
Associés: F.M. Peeters, Université d'Anvers, Belgique, I.I. Boiko, Y.M. Sirenko, Institut des Semi-Conducteurs, Kiev, USSR.

Nous avons étudié le transport électrique dans les fils quantiques et l'influence des géométries restreintes sur l'effet d'écran. De plus, nous avons considéré en détail les propriétés du transport électrique et thermique du gaz électronique bidimensionnel soumis à des modulations périodiques et en présence d'un champ magnétique.

1.10.2: Propriétés électroniques des super-réseaux

Chercheurs participants: P. Vasilopoulos, J.F. Currie
Associé: F.M. Peeters, Université d'Anvers, Belgique

Nous avons étudié en détail la structure des (mini)bandes et nous avons dérivé, analytiquement, la fonction d'onde d'un électron associé à la bande de conduction d'un superréseau. De plus, nous avons proposé une nouvelle méthode pour la calibration quantique des minibandes dans ces matériaux présentant des applications possibles pour les photodétecteurs dans l'infrarouge. Actuellement nous étudions le transport électrique et thermique dans ces matériaux.

1.10.3 Effet tunnel résonant dans les doubles barrières

Chercheurs participants: M. Meunier

Nous avons proposé que l'incorporation de plans d'impuretés de niveaux profonds dans les barrières pourraient considérablement améliorer les caractéristiques électriques de dispositifs à effet tunnel résonant. Nous avons fait des calculs théoriques de la transmission et de la densité de courant pour différentes structures à double barrière contenant des plans d'impuretés de niveaux profonds. Des augmentations de plusieurs ordres de grandeur dans la largeur du pic de résonance ainsi que dans le pic de la densité de courant sont obtenues en les comparant avec une structure à double barrière conventionnelle.

PROGRAMME 2: MATÉRIAUX, PROCÉDÉS ET DISPOSITIFS POUR LA PHOTONIQUE

Projet 2.1: Procédés laser pour la photonique

Chercheurs participants: M. Meunier, R. Izquierdo, S. I. Najafi

Le Laboratoire de Procédés Laser (LPL) comporte des systèmes basés sur les lasers excimères et/ou des lasers Ar^+ pour la fabrication de dispositifs microélectroniques et photoniques. Ces lasers sont utilisés pour stimuler des réactions chimiques sur une surface pouvant donner lieu à un dépôt de couches minces ou à de la gravure. Nous avons fait le design et la réalisation d'un système de dépôt de titane par laser excimère KrF sur du $LiNbO_3$ afin de faire des guides d'onde optique de grande efficacité. Nous faisons actuellement des lignes de quelques centaines d'Å d'épaisseur et de 3 à 20 µm de largeur à une vitesse de 0.2 à 10 µm/seconde. Nous avons proposé un modèle de croissance de Ti par laser basé sur la photochimie du $TiCl_4$ adsorbé sur la surface du $LiNbO_3$. Des guides d'ondes seront testés sous peu.

Projet 2.2: Dispositifs sur le verre

2.2.1: Dispositifs passifs d'optique intégrés sur le verre

Chercheurs participants: S.I. Najafi, M.J. Li, G. Lamouche
Associés: K.O. Hill, J. Albert, CRC, Ottawa, A. Leung, P. Rivett, CANSTAR, Toronto

Nous faisons une étude théorique et expérimentale des dispositifs passifs et actifs sur le verre. La méthode d'éléments finis est utilisée pour l'étude théorique des dispositifs. Des techniques de dépôt, attaque chimique, diffusion, échange ionique et attaque par plasma sont employées pour la fabrication des dispositifs. Ces dispositifs sont testés en utilisant les montages optiques à l'Ecole Polytechnique, au CRC et à Canstar.

2.2.2: Laser de type guides d'ondes

Chercheurs participants: S.I. Najafi, M.J. Li, R. Leonelli, J.L. Brebner, J.F. Currie

Nous avons fait une étude expérimentale des guides d'ondes fabriqués dans un substrat dopé au néodyme. La technique d'échange ionique est employée pour fabriquer des guides d'ondes. Les pertes de propagation, les spectres d'absorption et d'émission sont déterminés dans ces guides.

Nous avons démontré l'amplification optique dans les guides d'ondes dopé au néodyme. Ces guides d'ondes peuvent être utilisés pour produire des lasers pompés par des diodes laser.

Projet 2.3 Commutateur optoélectronique sur GaAs

Chercheurs participants: J.F. Currie, S.I. Najafi
Associés: R. Maciejko

Nous avons continué à étudier un dispositif qui module linéairement par effet de champ l'intensité de la lumière guidée dans un guide d'onde optique monolithique sur GaAs. Les travaux de cette année se concentraient sur la modification du design de la géométrie de la grille afin d'effectuer la plus grande modulation possible (85%) avec une tension appliquée la plus petite possible (5V) tout en gardant la longueur de grille à une dimension raisonnable (plus petite que 5mm). Nous avons d'abord mis au point un programme de simulation de l'effet de modulation pour assister la conception du dispositif. Nous avons

réalisé quelques dispositifs physiques sur GaAs dont la forme de la grille a été optimisée et nous avons trouvé que leur fonctionnement est en accord avec les prédictions du simulateur.

Projet 2.4: Bistabilité optique dispersive

Chercheurs participants: R. Leonelli

Nous avons entrepris l'étude expérimentale et la modélisation d'un bistable optique à base de GaSe. Ce système constitue en effet un excellent prototype pour l'analyse de différents mécanismes à la base des nonlinéarités optiques qui fournissent la rétroaction nécessaire à l'établissement d'un comportement bistable. Nous avons ainsi mis en évidence l'importance de la diffusion latérale de la chaleur et le rôle primordial joué par le comportement de la conductivité thermique en fonction de la température.

PROGRAMME 3: PROPRIÉTÉS ET APPLICATIONS DU SILICIUM AMORPHE HYDROGÉNÉ

Projet 3.1: Propriétés du a-Si:H

Chercheurs participants: A. Yelon, E. Sacher, J.F. Currie, S. Poulin-Dandurand

L'étude de l'implantation du Ga dans le a-Si:H et dans le c-Si a été complétée. Utilisant le XPS, on a obtenu des informations sur la coordination du Ga et sur la distribution d'angles du Si. Ceci nous permet d'envisager un modèle du rôle de ces deux facteurs dans le dopage du a-Si:H.

Par XPS nous avons étudié la chimie du dopage du a-Si:H par le phosphore. Nous l'avons aussi utilisé pour étudier la courbure des bandes à différentes concentrations du P. Par UPS nous étudions les effets du P et de l'H sur la bande de valence. Ces résultats sont comparés avec des mesures électriques du dopage.

Projet 3.2: Modèles structuraux de a-Si:H

Chercheurs participants: L.J. Lewis

Nous avons mis au point une technique de type Monte-Carlo pour générer des modèles de silicium amorphe hydrogéné avec conditions aux frontières périodiques. La principale difficulté de ce problème réside dans la mise au point d'un potentiel effectif décrivant bien l'interaction d'un hydrogène avec son unique voisin de silicium. Nous avons élaboré un modèle qui décrit de façon réaliste cette situation. Nous utilisons maintenant nos amas comme point de départ à des calculs dynamiques, ce qui est une première pour ce système. Notre potentiel demande cependant quelques modifications mineures, certaines difficultés étant apparues dans le calcul des propriétés vibrationnelles. Le matériau étudié est d'une grande importance technologique mais, paradoxalement, les études numériques sont à peu près inexistantes. Nous croyons que nos calculs aideront à faire progresser la situation.

Projet 3.3: Piles Photovoltaïques

Chercheurs participants: J.F. Currie, R.A. Masut, J.L. Brebner, A. Yelon, R.W. Cochrane, R. Leonelli, S.I. Najafi

Avec le système sécuritaire de dopage en phase gazeuse (avec phosphine et diborane), nous avons préparé plusieurs photodiodes en forme pin, déposées sur du verre revêtu d'une couche conductrice transparente d'oxyde d'indium et d'étain. Cette technologie se prête bien à la fabrication de cellules solaires de grande surface où chaque photodiode élémentaire de la cellule solaire a une surface d'environ $1 cm^2$. Notre meilleure efficacité interne en 1989 pour une telle surface était de 5% (corrigeant pour pertes par réflexion, et allouant pour la dégradation de type Stabler-Wronski). Cette efficacité s'approche du meilleur niveau qui est de 10% actuellement.

La technologie de fabrication de ces photodiodes se prête bien au dépôt sélectif à basses températures (200°C) de photodiodes en couches minces sur les guides d'ondes optiques en verre ou en semiconducteurs. Nous avons préparé de telles photodiodes et avons montré que leur vitesse de réponse temporelle est essentiellement celle du silicium cristallin, tandis que leur responsivité est soulement une décade plus basse. Un autre intérêt pour ce type de dispositif est que le gap du semiconducteur amorphe peut être ajusté de 0.7eV jusqu'à 2.5eV selon le degré d'alliage avec d'autres éléments (eg. Ge et C) lors du dépôt.

Projet 3.4: Transistor à induction statique

Chercheurs participants: M. Meunier

Le transistor à induction statique (TIS) a une structure particulièrement prometteuse pour les applications dans l'affichage à cristaux liquides. Nous avons élaboré un procédé de fabrication pour la réalisation du TIS à base de a-Si:H. À notre connaissance, c'est le premier transistor à être fabriqué présentant des caractéristiques électriques satisfaisantes. Nous avons vérifié que le TIS fonctionne bien dans le mode d'enrichissement avec un voltage de fermeture du canal de -9.5V et un ratio du courant ouvert/fermé de 360. Nous avons aussi développé un programme pour faire la simulation numérique en deux dimensions du TIS. Des résultats de simulations numériques nous permettent de croire que la différence entre les résultats expérimentaux et théoriques est due à une région dans le a-Si:H, sous la grille de Pt, possédant une forte densité d'états dans le gap de mobilité. Nous avons aussi fait des simulations numériques dans le temps pour étudier la réponse en fréquence du transistor. Ce projet est essentiellement terminé.

Projet 3.5: Multicouches à base de silicium amorphe

Chercheurs participants: M. Meunier
Associé: B. Movaghar, GEC (Londres)

Nous avons élaboré un système de dépôt par plasma pour la fabrication de multicouches minces de a-Si:H/a-SiN:H. En faisant une analyse par XPS, il a été montré que les interfaces entre le a-Si:H et le a-SiN:H sont abruptes chimiquement. Nous nous concentrons sur deux phénomènes de transport dans ces multicouches. Nous faisons l'analyse théorique (par simulation) et expérimentale de la courbe I-V d'une double barrière afin de voir s'il y a une région à résistance différentielle négative habituellement rencontrée dans ces structures faites à base de semi-conducteurs cristallins. Nous avons récemment observé un très faible effet pouvant être associé au phénomène d'effet tunnel à travers une double barrière. Le deuxième aspect est l'étude du transport dans le plan des couches en présence de lumière et de champ magnétique afin de faire une investigation de la caractéristique des défauts dans les puits quantiques à base de semiconducteurs amorphes.

Projet 3.6: Détecteurs nucléaires au silicium amorphe

Chercheurs participants: L.-A. Hamel
Associés: B. Equer, Ecole Polytechnique, Palaiseau, A. Karar, Collège de France

Nous avons développé des diodes p-i-n au a-Si:H optimisées pour la détection des particules chargées. Ces dispositifs, dont l'épaisseur varie de 3 à 15 μm, supportent des tensions inverses jusqu'à 60 V/μm. Nous avons mesuré leur réponse à des protons de 4 à 12 MeV donnant des densités d'ionisation de 7 à 15 keV/μm. Dans cette gamme d'énergie, le signal s'avère proportionnel à l'énergie déposée. L'efficacité de collection de charge augmente continuellement avec la tension et atteint 80% à 60 V/μm. Nous avons élaboré un modèle pour le transport de la charge qui reproduit à la fois le signal mesuré en fonction de la polarisation ainsi que la forme en temps de l'impulsion. La valeur mesurée pour Ep, l'énergie moyenne de création de paire, est proche de 3.6 eV, la valeur dans le c-Si, ce qui indique qu'Ep n'obéit pas au modèle de Klein qui prédit une dépendance linéaire entre Ep et Eg. La distribution des états dans les bandes et les queues de bandes doit être prise en compte et nous travaillons présentement à expliquer la valeur observée en calculant les probabilités d'ionisation par un électron ou un trou en fonction de l'énergie pour différentes distributions d'états. Nous pourrons ensuite, pour une distribution donnée, suivre la cascade engendrée par le passage d'une particule et déterminer Ep.

Projet 3.7: Déconvolution de photocourants transitoires

Chercheurs participants: L.J. Lewis, Y. Lépine et L. de Ladurantaye

Nous avons mis au point une procédure pour extraire la densité d'états localisés dans le gap des matériaux à faible mobilité à partir de mesures de photocourants transitoires. Notre méthode, fondée sur le modèle de transport à pièges multiples, consiste à déconvoluer les signaux, pour des combinaisons temps/température optimales, en utilisant des techniques d'analyse numérique appropriées à l'étude des systèmes surdéterminés. Nous avons appliqué notre procédure à la déconvolution de photocourants simulés pour en vérifier la robustesse. Les mesures expérimentales actuellement disponibles ne sont toutefois pas de qualité suffisante pour être analysées à l'aide de notre méthode; nous proposons donc que de telles mesures soient réalisées.

PROGRAMME 4: AUTRES MATÉRIAUX

Projet 4.1: Métaux amorphes

4.1.1: Transport

Chercheurs participants: R. Cochrane
Associés: J. Strŏm-Olsen et M. Sutton, Université McGill, R. Schulzet M. Trudeau, IREQ

Les études des propriétés magnétiques et de transport dans les alliages amorphes à base de Zr continuent sur les systèmes NiZr et CoZr. En particulier, nous étudions le comportement dans la zone de fluctuations de spin tout près de la concentration critique pour le ferromagnétisme (x_C(NiZr)=88% Ni et x_C(CoZr)=60% Co). Les alliages sont préparés par pulvérisation cathodique et ont l'avantage d'une structure amorphe qui ne varie que lentement en fonction de la composition.

1. La résistivité. A basse température les effets d'interaction électron-électron sont évidents; à plus haute température les alliages presque magnétiques ($x > x_C$) donnent une contribution des fluctuations de spin. Pour le CoZr celle-ci s'avère particulièrement importante (de l'ordre de 5% de la résistivité).

2. L'effet Hall. L'effet Hall est très sensible à l'état magnétique dans les verres métalliques à cause de la grande diffusion électronique. Ainsi les fluctuations de spin et la transition magnétique se manifestent dans cette mesure avec une sensibilité qui dépasse celle des meilleurs magnétomètres. Les transitions ferromagnétiques dans les séries NiZr et CoZr ont été mises en évidence. Par contre, la zone des fluctuations de spin nous pose des problèmes associés à une inhomogénéité dans ces alliages.

4.1.2 Modèles structuraux

Chercheur participant: L.J. Lewis
Associés: R. Brŭning, J.O. Strŏm-Olsen et D. Ryan (McGill).

Nous avons entrepris l'étude des propriétés structurales statiques et dynamiques des verres métalliques en utilisant des modèles d'interaction aussi réalistes que possible, dans le but de faire le rapprochement entre les résultats de nos simulations numériques et l'expérience. La technique employée ici est la dynamique moléculaire, particulièrement utile pour ce problème puisqu'elle nous fournit de l'information sur le système à l'échelle microscopique.

Le problème est abordé sous deux angles différents:

(i) Relaxation structurale. Il s'agit ici de comprendre les mécanismes liés aux processus de relaxation structurale, aussi bien réversibles qu'irréversibles. Ces derniers se manifestent lorsque le matériau est soumis à un traitement thermique approprié (recuit). Bien que l'objectif de cette étude soit avant tout fondamental, il est important de comprendre ces phénomènes pour optimiser la qualité des matériaux que l'on produit. Ce travail est encore en cours, mais les premiers résultats démontrent un excellent accord entre notre modèle pour $Ni_{80}P_{20}$ et les mesures expérimentales.

(ii) Transition vitreuse. Encore ici, la qualité du matériau obtenu dépend de la façon dont il est amené dans la phase vitreuse. Toutefois, le problème de la transition vitreuse comme tel est très actuel. Nous avons examiné la question dans le cadre de deux modèles différents: le fer amorphe et un alliage $Ni_{80}P_{20}$. Un des objectifs de l'étude est de vérifier la théorie de couplage de modes récemment proposée pour décrire cette transition. Cependant, nous cherchons également à comprendre les expériences de type Mossbauer réalisées à McGill pour caractériser le processus.

Projet 4.2: Multicouches métalliques

Chercheurs participants: R. Cochrane
Associés: M. Sutton, Université McGill, R. Schulz et M. Trudeau, IREQ

La technique de pulvérisation cathodique se prête bien au dépôt de multicouches. Malgré le fait que nous sommes limités par une seule cible de pulvérisation nous avons trouvé les méthodes pour déposer les multicouches de deux éléments différents. Deux séries d'échantillons ont été déposées, le ZrCu et le CoTi. Pour les deux séries, les multicouches ont une structure avec une vingtaine de périodes, chaque période comprenant une épaisseur de chaque élément. Comme indiqué par l'analyse de rayons-X à faibles angles, le superréseau est bien défini. La zone interfacielle par contre est diffuse, donnant des pics larges à grands angles. La spectroscopie Auger a aussi mis en évidence la variation de concentration. Pour la série, CoTi, on prévoit un intérêt en termes de l'enregistrement magnétique et nous commençons les études magnétiques.

Projet 4.3: Multicouches diélectriques

Chercheurs participants: M.R. Wertheimer, J.E. Klemberg Sapieha, L. Martinu
Associés: J. Dobrowolski et P. Verly (CNRC, Ottawa)

A la section 1.2.1 nous avons décrit les méthodes que nous utilisons afin de déposer des couches minces diélectriques, optiquement transparentes, de très haute qualité. Or, les propriétés électriques et optiques de multicouches de ces matériaux constituent un champ d'étude et d'application d'importance croissante: En exploitant les indices de réfraction (n) fort différents du nitrure et de l'oxyde de silicium (n = 2.0 et 1.45, respectivement) il est possible de fabriquer rapidement et uniformément sur de grandes superficies des filtres interférentiels par voie de plasma. Ces dispositifs ont beaucoup d'applications et intéressent plusieurs industriels canadiens. Nous étudions aussi les propriétés électriques de ces multicouches, ceci étant motivé par leur emploi prévu en technologie spatiale (voir projet 1.2.1).

Projet 4.4: Transitions structurales dans les isolants

4.4.1: Cristaux moléculaires

Chercheur participant: L.J. Lewis
Associés: A. Cheng et M.L. Klein (U. of Pennsylvania)

Nous avons terminé la première partie d'une longue étude du diagramme de phase des cristaux moléculaires KBr:KCN et KCl:KCN: transition solide-solide, transition vitreuse, effet des contraintes, etc. Il s'agissait ici d'étudier la nature de la phase basse température en fonction de la concentration relative de CN sur le sous-réseau anionique. Nous avons élucidé le mécanisme donnant naissance à la phase verre d'orientation. Nous avons récemment entrepris l'étude d'un système légèrement différent, NaCN:KCN, où cette fois c'est le sous-réseau cationique qui est dilué. Ce système exhibe également de nombreuses transitions. Nous porterons ici une attention toute particulière à la formation du verre.

4.4.2: Perovskites

Chercheurs participants: L.J. Lewis et Y. Lépine

Nous avons employé la techique de dynamique moléculaire à pression constante pour étudier la structure d'un perovskite à base de fluor, le $KMnF_3$, en fonction de la température. En passant de haute à

basse température, le système subit deux transitions de phase structurales, d'abord de cubique à tétragonal, puis à orthorhombique à base centrée. Nous observons en même temps un réarrangement antidistorsif coopératif des octaèdres de MnF_6, correspondant à la condensation, d'une part, d'un phonon R(010) et, d'autre part, d'un phonon M(010)+R(101). Notre calcul ne reproduit pas la phase basse-température observée expérimentalement (mais sujette à controverse), ce qui suggère qu'elle est liée à la présence d'interactions magnétiques dans ce système. Ce travail pourrait éventuellement être étendu à l'étude des transitions dans les nouveaux matériaux supraconducteurs, à condition toutefois d'incorporer dans le modèle les effets de polarisation de l'oxygène.

Projet 4.5: Polaron dans les matériaux polaires

4.5.1: Corrections à l'approximation du continuum

Chercheurs participants: Y. Lépine

Le grand polaron est habituellement décrit dans le cadre de l'approximation continue, du moins pour le cas des cristaux polaires. Dans le cas d'une interaction électron-phonon forte, cette approximation n'est plus valide. Nous avons donc entrepris une étude perturbative des corrections à cette approximation dans le cas de l'énergie du fondamental et du premier état excité du polaron libre et du polaron lié à un défaut coulombien. Nous avons trouvé que ces corrections étaient très faibles pour la plupart des semi-conducteurs polaires. Cependant pour les isolants très polaires ces corrections peuvent devenir importantes, principalement pour le polaron lié à un défaut.

4.5.2: Polaron intermédiaire

Chercheurs participants: Y. Lépine

a) Etat fondamental du polaron intermédiaire

Si le rayon du polaron devient de l'ordre d'une distance inter-atomique, les corrections à l'approximation du continuum deviennent trop importantes pour les traiter de façon perturbatives. Dans ce cas, l'interaction électron-phonon doit être appliquée avant que l'approximation de la masse effective soit faite. On parle alors de petit polaron ou de polaron de rayon intermédiaire, selon le degré de localisation de l'électron. Nous avons étudié le comportement de ce polaron intermédiaire dans les cristaux fortement polaires. Nous avons trouvé que pour de grandes largeurs de bande on trouvait coexistence de petits et de grands polarons alors que, dans le cas contraire, un régime de polaron intermédiaire pouvait être défini.

b) Polaron intermédiaire lié à un défaut

Il s'agit ici de décrire un défaut dans un matériau polaire de faible largeur de bande (les oxydes métalliques, par exemple). Dans un tel matériau, où le couplage électron-phonon est intermédiaire, le polaron se trouve dans un état mitoyen entre celui de petit et celui de grand polaron. En présence du défaut, la tendance à la localisation est augmentée. On étudie la configuration fondamentale du système ainsi que l'effet de la déformation du réseau sur le blindage du défaut dans le cas où le rayon de Bohr du défaut est petit.

c) Étude de Monte Carlo

Le diagramme de phase du polaron intermédiaire en fonction du couplage électron-phonon et de la largeur de bande peut être obtenu à partir de méthodes variationnelles. Une telle approche, bien

qu'indicative, peut mener à des résultats incorrects quant à la nature de la transition. Un calcul de Monte Carlo à partir d'une reformulation du problème en terme d'intégrales de Feynman apporte des informations précieuses. Un tel calcul a été entrepris sur des chaînes finies d'atomes en vue de déterminer les conditions d'existence de l'état de polaron intermédiaire.

Projet 4.6: Matériaux lamellaires

Chercheurs participants: J.L. Brebner, R. Leonelli, Y. Lépine
Associés: R. Evrard et E. Kartheuser, Université de Liège

Nous nous intéressons aux propriétés optiques et électriques de matériaux lamellaires de la famille des III-VI et des tri-iodures. Nous étudions l'émission de ces composés afin d'en caractériser les impuretés et de mieux comprendre l'influence de la forte anisotropie sur les interactions électron-phonon. De plus, nous nous intéressons aux fortes nonlinéarités présentes au voisinage des résonances dues aux excitons libres et aux excitons quasi-bidimensionnels liés à des fautes d'empilement.
Nous avons mis en marche la fabrication de BiI_3 et de solutions solides de GaInSe. Ces composés sont caractérisés par photoluminescence continue et transitoire ainsi que par spectroscopie d'absorption dans nos laboratoires, tandis que des mesures électriques (I-V et C-V) sont poursuivies à Liège. Un montage qui permettra l'étude de ces matériaux par spectroscopie nonlinéaire (réseaux induits et mélange d'ondes) est en voie de complétion.

Projet 4.7: Semi-conducteurs de la famille des II-VI

Chercheurs participants: J.L. Brebner, R. Leonelli, R.W. Cochrane et Y. Lépine
Associés: R. Evrard et E. Kartheuser, Université de Liège

Grâce à une collaboration avec le groupe de R. Evrard, de l'Institut de physique de l'Université de Liège, nous avons accès à des monocristaux de semi-conducteurs de la famille des II-VI (CdTe, CdMnTe, CdZnTe, etc.). Nous avons entrepris la caractérisation de ces échantillons par mesures optiques (absorption et photoluminescence) et électriques (DLTS, C-V). Nous nous intéressons en particulier au problème des interactions électrons-phonons et aux états d'impuretés de surface, qui affectent les performances de dispositifs électroniques fabriqués à partir de ces matériaux.

IV- LABORATOIRES ASSOCIÉS AU GCM

À la fin de 1989, il y avait trois laboratoires associés au GCM: le Laboratoire de Surfaces, le MODFAB et le Laboratoire d'Accélérateur. Nous présentons ici leurs caractéristiques, les services offerts ainsi que le nom et le numéro de téléphone d'une personne à contacter. Dans les trois cas, ces laboratoires sont prêts à offrir leur collaboration et leurs services à la communauté universitaire, gouvernementale et industrielle.

Laboratoire de Surfaces

Ce laboratoire comporte un instrument de surface ESCALAB 3 MkII, fabriqué par Vacuum Generators. Cet instrument dispose des techniques suivantes: XPS (spectroscopie photoélectronique stimulée par les rayons X), UPS (spectroscopie électronique Auger), SIMS (spectroscopie de masse des ions secondaires) et SIMS à balayage. En plus, l'instrument permet de combiner les techniques et de les réaliser aux températures entre 77K et 900K afin de nous donner d'autres techniques utiles, comme la désorption stimulée par chaleur et AES par impact ionique. L'instrument est habituellement utilisé 12 heures/jour, 7 jours/semaine. Aussi disponible par l'entremise du laboratoire: PAFTIR (spectroscopie infrarouge photoacoustique) et tension de surface par angle de contact.

L'analyste scientifique/informaticien du laboratoire travaille à la ma-nipulation des données et au développement de nouveaux logiciels: les logiciels de contrôle, d'accès et de traitement de données, ainsi que la carte et les logiciels d'interface proviennent de notre laboratoire.

En sus des programmes du GCM, le laboratoire coopère dans des programmes régionaux (e.g., la modification par plasma des fibres de cellulose), des programmes externes (e.g., analyse des éléments en trace dans les alliages), ainsi que des programmes internationaux (e.g., autoionisation des métaux de transition).

Pour information: E. Sacher (514) 340-4858;
S. Poulin-Dandurand (514) 340-4308.

MODFAB

Le service de fabrication de dispositifs optoélectroniques et microélectroniques (MODFAB) est un laboratoire interuniversitaire polyfonctionnel qui met à la disposition des chercheurs de l'École Polytechnique, de l'Université de Montréal, des autres universités, des industries et des laboratoires gouvernementaux et industriels des appareils coûteux et sophistiqués pour le service technique de fabrication de matériaux d'avant-garde en couches minces, la fabrication de dispositifs pour la microélectronique et pour l'optoélectronique et l'analyse et la caractérisation optoélectronique des matériaux. Nous offrons aussi comme service notre expertise dans ces technologies de production et de mesures de pointe.

Parmi les services offerts sont:

a) Fabrication de matériaux en couches minces

1) Dépôt de couches minces par différentes techniques incluant: évaporation, pulvérisation, pyrolyse en phase vapeur assistée par laser (LCVD), pyrolyse en phase vapeur assistée par plasma (PECVD) et pyrolyse en phase vapeur de métallo-organiques (MOCVD).
2) Attaque chimique de couches minces en milieu plasma et en milieu aqueux.
3) Traitement thermique de couches minces, dont recuits rapides.

b) Fabrication de dispositifs pour la microélectronique et pour l'optoélectronique.

Nous disposons d'une aligneuse photomasques à résolution submicronique (700nm), en plus des appareils cités ci-haut.

c) Mesure de dispositifs.

Nous avons un analyseur de réseau Hewlett-Packard qui agit comme voltmètre vectoriel dans la gamme de fréquences de 0.01 jusqu'à 3000 Mégahertz. De plus, nous avons les appareils nécessaires pour effectuer des mesures sur les échantillons de petites tailles (comme dans les circuits intégrés) grâce aux appareils de montage de puce dans des boîtiers appropriés aux hautes fréquences, et à un appareil de test sous pointes avec lignes de transmission à impédance de 50 Ohms.

Nous pouvons aussi fournir des tests sous pointes, microscopies optiques, détermination d'épaisseur et de densité de couches minces, mesure de propriétés diélectriques de couches minces.

d) Mesures optoélectroniques sophistiquées.

Nos appareils sont spécialisés dans les mesures de courants électriques faibles (femto-ampères), de courant alternatifs allant de très basse fréquence (100 micro-Hertz) jusqu'à 3 Giga-Hertz, couvrant une gamme fréquentielle de 13 décades. Certaines de ces mesures peuvent être exécutées à des températures allant de 0.1 jusqu'à 700 degrés Kelvin, et à des champs magnétiques de 0 à 5 Tesla. Une autre particularité est que la dimension des échantillons testés peut aller de l'échelle du centimètre jusqu'au micromètre. Le montage de mesures de mobilité de dérive par temps de vol est le plus sophistiqué au Québec. Les mobilités ainsi mesurées peuvent être comparées aux mobilités de Hall mesurées sur un ou l'autre des deux montages de Hall dans le MODFAB. Un appareil de photoluminescence permet la résolution de signaux à l'échelle temporelle de 100 picosecondes. Les appareils de DLTS (spectroscopie capacitive des niveaux électroniques profonds) et de photoconductivité à courant constant sont parmi les plus sensibles qui soient.

Sur le plan des propriétés optiques, les échantillons peuvent être caractérisés par mesures d'absorption et par réflexion dans les longueurs d'onde photoniques allant de 100nm jusqu'à 2000nm. Un appareil adapté aux couches minces permet la mesure d'épaisseurs de multicouches semi-transparentes par mesures de franges d'inter-férence. Les épaisseurs mesurées ainsi complètent celles qui ont été déterminées par la méthode mécanique avec pointe de lecture asservie (profilométrie 'DEKTAK').

e) Autres services offerts (de technologies similaires).

Nous avons des expertises en techniques du vide, soudure à l'arc, tests de fuites par spectrométrie de masse d'hélium, mesures de gaz toxiques, contrôles scientifique de systèmes et calibration.

Pour information: J.F. Currie (514) 340-4576; FAX (514) 340-3812
Ginette Tremblay (secrétaire) (514) 343-6667; FAX (514) 343-2071

Laboratoire d'accélérateurs

Le laboratoire possède deux accélérateurs de particules (un Dynamitron 3.5 MV et un Tandem 6 MV) pouvant fournir des faisceaux d'ions allant des protons jusqu'au ^{81}Br. Plusieurs techniques d'analyse des matériaux sont disponibles.

1) ERD (Détection par Recul Élastique) pour profiler les éléments légers dans des matrices lourdes. Cette technique permet une mesure absolue des profils de plusieurs éléments simultanément jusqu'à une profondeur d'un micromètre.

2) RBS (Spectroscopie par Rétrodiffusion Rutherford) et HIRBS (RBS avec Ions Lourds) pour profiler des éléments lourds dans des matrices légères.

3) PIXE (Emission de Rayons-X Induits par des Particules) pour mesurer des concentrations en trace de divers éléments.

4) Canalisation-RBS permet d'étudier la qualité de la structure cirstallin en déterminant la concentration de défauts cristallins en fonction de la profondeur.

5) Micro-faisceau (15 μm) avec PIXE ou RBS permet un balayage en deux dimensions afin de localiser les éléments et tracer des cartes de l'échantillon.

Le Laboratoire dispose également d'installations pour l'implantation ionique à haute énergie (300 keV - 30 MeV).

Par ailleurs le Laboratoire met à la disposition de la communauté son expertise en techniques du vide et en ajustage mécanique. Les spécialistes du Laboratoire sont disponibles pour des fins de consultation ou pour réaliser à contrat des travaux d'usinage.

Pour information: G. Kajrys (514) 343-2465

V- PUBLICATIONS DU GCM EN 1989

Nous présentons ici toutes les publications du personnel du GCM parues durant l'année 1989.

1. T. Akesson, L.-A. Hamel et al., "Comprehensive Results on Oxygen Interactions at 60 and 200 GeV per Nucleon and on Sulphur Interactions at 200 GeV per Nucleon", Proceedings of the International Europhysics Conference on High Energy Physics, Madrid, 6-13, septembre, 1989.

2. C.J. Arsenault et M. Meunier "Proposed new resonant tunneling structures with impurity planes of deep levels in barriers", J. Appl. Phys., 66, 4305-4311, 1989.

3. C.J. Arsenault et M. Meunier "Resonant tunneling lifetime comparison between double-barrier and δ-doped barrier structures", Phys. Rev. B 39, 8739-8742, 1989.

4. D.V. Baxter, R. Richter, M. Trudeau, R.W. Cochrane and J.O. Ström-Olsen, "Fitting to magnetoresistance under weak localization in three dimensions", J. Phys. France, 50, 1673-88, 1989.

5. M. Beaudoin, C.J. Arsenault, R. Izquierdo et M. Meunier, "Interface Study of Hydrogenated Amorphous Silicon Nitride on Hydrogenated Amorphous Silicon by X-Ray photoelectron Spectroscopy", Appl. Phys. Lett. 55, pp. 2640-2642, 1989.

6. T. Bekkay, R. Izquierdo, M. St-Denis, E. Sacher et A. Yelon, "The Presence of Silane Gas in Plasma-Deposited Hydrogenated Amorphous Silicon", Surf. Sci., 222, L831-L834, 1989.

7. T. Bekkay, E. Sacher et A. Yelon, "Surface Reaction During the Argon Ion Sputter Cleaning of Surface Oxidized Crystalline Si(111)", Surf. Sci., 217, L377-L380, 1989.

8. A. Belhadfa, A. Houdayer, P.F. Hinrichsen, G. Kajrys, J. St-Pierre, G. Kennedy, J.P. Crine, N. Burns, "Impurities in Semiconductive Compounds Used as High Voltage Cable Shields", IEEE Trans. on Electr. Insulation, 24-4, pp. 709-712, 1989.

9. M. Bisson, M. Kemp et M. Meunier "Fabrication and Characterization of the Amorphous Silicon Static Induction Transistor", IEEE Electron Devices, ED36, pp. 2844-2847, 1989.

10. S. Blain, J.E. Klemberg-Sapieha, M.R. Wertheimer, and S.C. Gujrathi, "Silicon Oxynitride from Microwave Plasma: Fabrication and Characterization", Can. J. Phys., 67, 190-194, 1989.

11. D.G. Burke, G. Kajrys, D. Beachey, "The Nuclear Structure of ^{158}Tb", Nucl. Phys. A, 492, p. 68, 1989.

12. L. de Ladurantaye, Y. Lépine et L.J. Lewis, "Density or Localized States in Amorphous Semiconductors", Can. J. Phys 67, 425, 1989. /

13. Y. Frongillo, Y. Lépine, "Corrections to the continuum approximation for the large polaron bound to a defect: The ground-state energy", Phys. Rev. B39, 4878-4885, 1989.

14. Y. Frongillo, Y. Lépine, "Corrections to the continuum approximation for the free and bound polarons: the first relaxed excited state energy", Phys.Rev. B40, 3570-3580, 1989.

15. G. Gagnon, S. Pélissou, and M.R. Wertheimer, "Oxidation Dependence of Breakdown Strength of XLPE", Proc. IEEE Conf. on Electr. Insul. and Dielectric Phenomena (CEIDP), Oct. 1989, Leesburg, VA., IEEE Dec. 89 CH2773-0, pp. 241-246.

16. M. Gamez-Garcia, R. Bartnikas, and M.R. Wertheimer, "High Temperature Modification of XLPE exposed to Partial Discharges", Proc. IEEE-ICSD3, Trondheim, Norway, July 1989, IEEE Doc. 89CH2726-8, pp. 359-363.

17. D.W. Hetherington, A. Alousi, R.B. Moore, "The Shape Factor of the ^{20}F Beta Spectrum", Nucl. Phys. A, 494 pp. 1-35, 1989.

18. R. Izquierdo, E. Sacher et A. Yelon, "X ray Photoelectron Spectra of Antimony Oxides", Appl. Surf. Sci., 40, 175-179, 1989.

19. R. Izquierdo, M. Meunier et C. Lavoie, "KrF Excimer laser Deposition of Titanium from $TiCl_4$" Proceedings of the MRS Boston, 27 Nov.-2 Déc. (1989) p. 141-147.

20. V.P. Janzen, M.P. Carpenter, L.L. Riedinger, W. Schmitz, D.G. Popescu, J.A. Cameron, J.K. Johansson, D. Rajnauth, J.C. Waddington, G. Kajrys, S. Monaro, S. Pilotte, "Rotational Bands and Band Crossings in ^{119}Xe", Phys. Rev. C, 39, p. 2050, 1989.

21. F. Jikawa, P. Motisuke, F. Cerdeira, M.A. Sacilotti, R.A. Masut and A.P. Roth, "Effects of Thermal Annealing on the Confined Electronic States of $In_xGa_{1-x}As/GaAs$ Strained-Layer Superlattices", Superlattices and Microstructures 5, 273-277, 1989.

22. J. Kim, G. Kajrys, W. Del Bianco, "The $^{12}C(^3He, \tau 1+2)^{15}O$ Reaction in the Giant Dipole Resonance Region", Can. J. Phys., 67, pp. 135-139, 1989.

23. J.E. Klemberg-Sapieha, M.R. Wertheimer, and D.G. Zimcik, "Plasma-Deposited Multipurpose Protective Coatings for Space Applications", ESA Journal 13, 117-126, 1989.

24. M. Kemp, M. Meunier et C.G. Tannous, "Simulation of the amorphous silicon static induction transistor", Solid State Electronics, 32, 149-157, 1989.

25. B. Lamontagne and M.R. Wertheimer, "Microwave and Radio frequency O_2/CF_4 Plasma Etching of Commercial Polymers", Proc. 9th Int. Symp. on Plasma Chemistry (ISPC 9), Pugnochiuso, Italy, Sept. 1989, pp. 1045-1050.

26. R.V. Lang, J.D. Leslie, J.A. Webb, A.P. Roth, M.A. Sacilotti and R.A. Masut, "DLTS investigation of the EL2 deep level in MOCVD GaInAs epilayers", Can. J. Phys. 67, 283-86, 1989.

27. L.J. Lewis, "Orientational Freezing in Molecular Crystals: A Molecular-Dynamics Study", Proceedings of Supercomputing Symposium 1989 (Toronto, juin 1989), p. 423.

28. L.J. Lewis and M.L. Klein, "Structural Transitions in the Heavily-Strained Cyanide Crystal $(KCl)_{0.25}$ $(KCN)_{0.75}$", Physical Review B40, 7204, 1989.

29. L.J. Lewis and M.L. Klein, "Molecular-Dynamics Studies of the Mixed Cyanides II: Orientational Freezing", Physical Review B40, 7080, 1989.

30. L.J. Lewis and M.L. Klein, "Molecular-Dynamics Studies of the Mixed Cyanides I: Structural Transformations", Physical Review B40, 4877, 1989.

31. L.J. Lewis et Y. Lépine, "Structural Transitions in Fluorine-Based Perovskites: A Molecular-Dynamics Study of $KMnF_3$", Physical Review B40, 3319-3322, 1989.

32. L.J. Lewis, "Glass Transition in Computer-Simulated Iron", Phys. Rev. B39, 12954 1989.

33. L.J. Lewis, N. Mousseau et F. Drolet, "Computer-generated Structural models for a-Si:H", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 141, p. 71, 1989.

34. Z.H. Lu, C. Lagarde, E. Sacher, J.F. Currie et A. Yelon, "A Surface Analytical Study of GaAs(100) Cleaning Procedures", J. Vac. Sci. Technol., A7, 646-649, 1989.

35. Z.H. Lu, E. Sacher, A. Selmani et A. Yelon, "Supersaturated Substitutional Ga^+ Ions Implanted in Si Studied by Xray Photoelectron Spectroscopy", Appl. Phys. Lett., 54, 2665-2667, 1989.

36. Z.H. Lu, A. Azelmad, Y. Trudeau et A. Yelon, "Damage Profile of Ion Implanted GaAs by X-Ray Photoelectron Spectroscopy", Appl. Phys. Lett., 55, 846-848, 1989.

37. P. Lussier, M. Bélanger, M. Meunier et J.F. Currie, "CF_4/Ar reactive ion etching of gallium arsenide", Can. J. Phys. 67, 259-261, 1989.

38. L. Martinu, J.E. Klemberg-Sapieha, and M.R. Wertheimer, "Dual-mode Microwave Radio-Frequency Plasma Deposition of Dielectric Thin Films", Appl. Phys. Lett., 54, 2645-2647, 1989.

39. L. Martinu, J.E. Klemberg-Sapieha, and M.R. Wertheimer, "Deposition of Semiconducting and Dielectric Films in Dual- and Single-Mode Microwave and Radiofrequency Plasmas", Proc. ISPC9, Pugnochiuso, Italy, Sept. 1989, pp. 1341-1346.

40. R.A. Masut, M.A. Sacilotti, A.P. Roth et D.F. Williams. "Reactions of group V metal hydrides with surfaces" Invited talk at the NATO workshop on the "Mechanisms of reactions of organometallic compounds with surfaces", (Univ. of St-Andrews, Scotland, June 1988). Edited by D.J. Cole-Hamilton and J.O. Williams, Plenum, p. 75-84 1989.

41. M. Meunier, M. Bisson et M. Kemp, "Amorphous Silicon Static Induction Transistor", J. Non-Cryst. Solids, 115, 108-110 (1989).

42. N. Mousseau et L.J. Lewis, 1190. "Computer-Generated Model Structures for Hydrogenated Amorphous Semiconductors". International Conference on Liquid and amorphous Semiconductors, Asheville, North Carolina, Août 1989, sous presse.

43. S.I. Najafi, W.-J. Wang, J.F. Currie, R. Leonelli et J.L. Brebner, "Fabrication and Characterisation of Ion-Exchanged Neodynium-Doped Glass Waveguides", IEEE Photonics Techn. Lett. 1, 109 (1989).

44. S.I. Najafi et C. Wu, "Potassium ion-exchanged glass waveguide directional couplers at 0.6328 and 1.3 μm", Appl. Opt., Vol. 28, pp. 2459-2460, 1989.

45. S.I. Najafi, T. Touam, C. Wu et J.F. Currie, "Modal study of GaAs waveguides with Zn-diffused boundaries", Appl. Optics, vol. 28, pp. 987-989, 1989.

46. S.I. Najafi et C. Wu, "Single-mode polarization-insensitive wavelength- independent ion-exchanged glass directional couplers", Integrated Optics and Optical Fiber Communication, IOOC'89, July 1989, Japan.

47. S.I. Najafi et C. Wu, "Fabrication and characterization of single-mode glass waveguide power dividers", OFC'88, Houston (U.S.A.), Feb. 1989.

48. L. Paquin, M.R. Wertheimer, E. Sacher et N.S. McIntyre, "Xray photoelectron Spectroscopy Studies of Aging Effects on the Surface of Au a-Si:H Sb-Cr Schottky Diodes", Can. J. Phys., 67, 365-369 (1989).

49. F.M. Peeters et P. Vasilopoulos, "New method of controlling the gap between the minibands of a superlattice", Appl. Phys. Lett. 55, 1106-1108, 1989.

50. T. Pochet, J. Dubeau, L.-A. Hamel, B. Equer, A. Karar, "Charge Collection in Amorphous Silicon Particle Detectors", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. MRS 149, pp. 661-666, 1989.

51. T. Pochet, J. Dubeau, L.-A. Hamel, B. Equer et A. Karar, "Modeling of the Signal Produced in a-Si:H Particle Detectors by Protons", J. Non-Cryst. Solids, 115, pp. 72-74, 1989.

52. P. Rabiller, J.E. Klemberg-Sapieha, M.R. Wertheimer et A. Yelon, "Electrical Properties of a-SiO_xN_y:H Prepared by Microwave PECVD", Proc. 3rd Int. Conf. on Conduction and Breakdown in Solid Dielectrics, Trondheim, Norway, July 1989, p. 299-303.

53. T.S. Rao, J.B. Webb, Y. Beaulieu, J.L. Brebner, J.P. Noad et J. Jackman, "Effect of hydrogen on carbon incorporation in InSb layers grown by metalorganic magnetron sputtering", J. Vac. Sci. Tech. A7, 1215-1219, 1989.

54. A.P. Roth, M.A. Sacilotti, R.A. Masut, D. Morris, J. Young, C. Lacelle, E. Fortin and J.L. Brebner, "The effects of substrate orientation on the optical properties of InGaAs epitaxial layers grown on GaAs by LPMOVPE", Can. J. Phys. 67, 330-38, 1989.

55. E. Sacher et R. Brener, "Relation between Auger and Autoionization Processes", Phys. Rev. B39, 8242-8246 (1989).

56. E. Sacher, J.E. Klemberg-Sapieha, A. Cambron, A. Okoniewski, et A. Yelon, "Xray Photoelectron Spectroscopic Evidence for Cu^{III} in Superconducting $YBa_2Cu_3O_7$ Ceramic", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., 48, C7-C12, 1989.

57. E. Sacher, "The σ_I Inductive Substituent Parameter as a Measure of Electronegativity", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., 48, 375-378, 1989.

58. E. Sacher et J.E. Klemberg-Sapieha, "Multiplet Contributions to the $2p_{3/2}$ Xray Photoelectron Spectrum of CuO", Phys. Rev. B39, 1461-1464, 1989.

59. E. Sacher, J.F. Currie et A. Yelon, "Electronegativity Effects in Chemical Sputtering", Surf. Sci., 220, pp. L679-686 (1989).

60. S. Sapieha, C.A. Ferguson, R.P. Beatson, and M.R. Wertheimer, "Distribution of Organosilicon Plasma Polymer in Paper", Plasma Chem. Plasma Process., 9, 225-234, 1989.

61. O. Savadogo et A. Yelon, "Photocorrosion of Hydrogenated Amorphous Silicon: Effect of the Solvent", Can. J. Phys., 67, 980-983 (1989).

62. C.G. Tannous, G. Leclerc, et A. Yelon, "Time-Dependent Photoconductivity in the Presence of Light-Induced Recombination: Application to Atactic Polystyrene", J. Phys.: Condens. Matter 1, 4367-4380, 1989.

63. T. Touam, C. Wu, Y. Gigase, M. Bélanger, J.F. Currie et S.I. Najafi, "Fabrication, characterization and analysis of Zn-diffused GaAs waveguides", IEEE J. Quantum Electron, 25, No. 5, 850-853, May 1989.

64. M. Trudeau, R.W. Cochrane, "Temperature and concentration variation of the Hall coefficient in amorphous Y-Al alloys", Phys. Rev., B39, 13212-17, 1989.

65. P. Vasilopoulos et F.M. Peeters, "Quantum magnetotransport of a periodically modulated two-dimensional electron gas", Phys. Rev. Lett., 63, 2120, 1989.

66. P. Vasilopoulos et F.M. Peeters, "Electrical transport in a quantum wire: influence of one- and two-body interactions", Phys. Rev. B40, 10079-10087, 1989.

67. P. Vasilopoulos et D. Aitelhabti, "New analytic wave functions for superlattices including band nonparabolicity", Sol. St. Commun. 71, 675-678, 1989.

68. P. Vasilopoulos et H. Hogues, "Magnetotransport in superlattices: I. Impurity scattering", J. Phys: Cond. Matter, 1, 10117-10128, 1989.

69. P. Vasilopoulos, P. Warmenbol, F.M. Peeters, et J.T. Devreese, "Magnetophonon resonances in quasi-one-dimensional wires", Phys. Rev. B40, 1810-1816, 1989.

70. P. Vasilopoulos, "Quantum Hall effect in restricted geometries", Superlattices and Microstructures, 5, 583-586, 1989.

71. F.M. Peeters and P. Vasilopoulos, "New method of controlling the gaps between the minibands of a superlattice", Appl. Phys. Lett. 55, 1106 (1989).

72. C. Wu, S.I. Najafi, R. Maciejko et J.F. Currie, "Propagation losses in GaAs/AlGaAs four-layer waveguides", Intl. J. Optoelectronics, Vol. 4, No. 1, pp. 81-86, 1989.

73. Chaker, M., Boily, S., Mercier, P.P., Currie, J.F., Kieffer, J.C., Pépin, H., (1990), Laser Plasma X-Ray Lithography Using Novolak Resists, Microelectronics Engineering, Vol. 11, pp.313-316 (4 pages).

74. Diawara, Y., Currie, J.F., Gujrathi, S., and Oxorn, K., (1989) Effet d'une pulvérisation cathodique de l'antimoine dans le a-Si:H, Can.J.Phys., Vol.67, pp.1007-1010, (4 pages).

VI- MÉMOIRES ET THÈSES COMPLÉTÉS EN 1989

Nom	Sujet	Directeur
Frongillo, Y. (Ph.D.)	Corrections à l'approximation du continuum dans le contexte du polaron de Fröhlich.	Y. Lépine
Lu, Z. (Ph.D)	Doping of Silicon Studied by X-ray photo-emission Spectroscopy.	A. Yelon et E. Sacher
Amtout, A. (M.Sc.)	Étude de niveaux profonds dans la bande interdite dans des semi-conducteurs lamellaires par techniques de photo-courant constant et de spectroscopie diélectrique.	J.L. Brebner
Bisson, M. (M.Sc.A.)	Développement d'un transistor à induction statique à base de silicium amorphe.	M. Meunier
Blain, S. (M.Sc.A.)	Fabrication et caractérisation de couches minces a-SiO_xN_y:H préparée par plasma hyperfréquentiel.	M.R.Wertheimer
de Ladurantaye, L. (M.Sc.)	Densité d'états localisés de matériaux à faible mobilité par déconvolution de photocourants transitoires.	L.J. Lewis et Y. Lépine
Lamontagne, B. (M.Sc.A.)	La gravure de polymères par plasma microonde	M.R.Wertheimer
Lang, R. (M.Sc.)	Caractérisation par spectroscopie infrarouge d'implantations peu profondes	J.L. Brebner
Lussier, P.	Gravure d'arséniure de gallium par ions réactifs dans un plasma à base de CF_4.	M. Meunier et (M.Sc.A.) J.F. Currie
Pinet, R. (M.Sc.)	Mesures de la mobilité de Hall dans les composés GaAs et GaAs-Si_3N_4.	J.L. Brebner
Rabiller, P. (M.Sc.A.)	Propriétés électriques de couches minces a-SiO_xN_y:H obtenues par dépot en phase vapeur assistée par plasma micro-onde.	M.R. Wertheimer et A. Yelon
Saint-Denis, M.	Étude de l'effet Staebler-Wronski par spectroscopie photoacoustique à transformée de Fourier.	L. Bertrand (M.Sc.A.) E. Sacher
Touam, T.	Études des guides d'ondes optiques réalisées par diffusion de zinc dans le GaAs.	M. Meunier et (M.Sc.A.) S.I. Najafi

VII- COLLOQUES ET SÉMINAIRES 1989

a) Colloques et séminaires de recherche

Date	Conférencier	Institution	Titre
24/01	M. Larbi Abadli	Université de Montréal	Effets de corrélation et d'interaction électron-électron dans le système $Ni_{1-x}Zr_x$
31/01	M. Marchand	Université d'Ottawa	Apprentissage dans les réseaux de neurones: la géométrie de la pensée.
06/02	M.W.C. Dharma-Wardana	CNR, Ottawa	La diffusion Raman par les super-réseaux périodiques et quasi-périodiques
13/02	G. Gumbs	Lethbridge University Alberta	Ineslastic Electron Scattering from Semiconductor Surfaces
14/02	M. D'Iorio	Conseil national de recherches du Canada	L'effet tunnel résonant dans les diodes double barrière Si-SiGe
21/02	S. Watkins	American Cyanamid	Growth of GaAs, and InP by MOCVD using novel liquid group V sources: the role of optical characterization techniques
23/02	T. Pochet	Université de Montréal	Les détecteurs de particules au silicium amorphe: la nouvelle génération
07/03	R.A. Dunlap	Department of Physics Dalhousie University	Structural and magnetic properties of quasicrystals
14/03	Y. Huai	Université de Montréal	Préparation par pulvérisation cathodique et caractérisation des films d'alliages amorphes Ni_xZr_{1-x}
20/03	J. Osenbach	AT&T Bell Labs	Modelling physical and electronic properties of amorphous SiON alloys

23/03	J. Dubeau	Université de Montréal	L'énergie d'ionisation dans les détecteurs au silicium amorphe
28/03	J.-M. Langlois	California Institute of Technology	Modèle des supra-ducteurs à hautes températures basé sur la théorie généralisée des liaisons de valence
03/04	G.-L. Yip	McGill University	Scattering from a localised inhomogeneity in step index fiber
04/04	M.S. Jandl	Université de Sherbrooke	Étude infra-rouge dans les supra-conducteurs $YBa_2Cu_3O_7$
18/04	D. Kéroack	Université de Montréal	Mobilité de dérive dans le rutile
02/05	M. Zukermann	Université McGill	Effets du cholestérol sur les membranes lipidiques: une étude théorique
09/05	Y. Beaulieu	Université de Montréal	Photoconductivité de couches minces d'InSb
17/05	F. Edelman	Department of Mtls Eng. TECHNION, Haifa Israel	Investigation of amorphous silicon nitride with metals
15/06	M. Cada	Technical University of Nova Scotia	Optical switching in MQW directional couplers
11/09	M. Meunier	Département de génie physique École Polytechnique	Procédés laser pour la microélectronique
29/09	M. Silver	Department of Physics University of North Carolina Chapel Hill NC	Charged defects - the basis for a unified model of the electronic properties of a-Si
10/10	J.S. Lannin	Pennsylvania State University	Disorder in amorphous semiconductors - from thin films to clusters
11/10	G. Dobrowolski	NRC Div. of Physics	Optical applications of Thin Film systems

17/10	A. Chaker	INRS - Énergie	Lithographie X par le biais de sources plasma créées par laser
24/10	R. Harris	Université McGill	Études Monte-Carlo des interfaces stables et instables
31/10	B. Gaulin	Université McMaster	Phase transitions in chiral antiferro-magnets
07/11	S. Charbonneau	Conseil national de recherches du Canada	Mise en évidence par photoluminescence temporelle de l'effet tunnel résonnant de trous dans une structure double barrière
09/11	G.I. Stegeman	Optical Sciences Center University of Arizona	Nonlinear guided-wave optics
14/11	T. Ellis	Département de chimie Université de Montréal	Interaction de l'eau et de l'hydrogène avec le palladium (110)
21/11	J.Z. Wan	Université de Montréal from 10 to 1000 GHz	Phonon spectroscopy

b) Séminaires internes du GCM

09/01	C. Wu	Département de génie physique École Polytechnique	Optique guidée et mécanique quantique
16/01	C.J. Arsenault	Département de génie physique École Polytechnique	Dispositifs à effet tunnel résonant
23/01	B. Lamontagne	Département de génie physique École Polytechnique	La gravure de poly-mères par plasma hyperfréquence et radiofréquence
30/01	L. de Ladurantaye	Département de physique Université de Montréal	Densité d'états de la bande interdite des semi-conducteurs amorphes par décon-volution de mesure de temps de vol

06/02	P. Lussier	Département de génie physique École Polytechnique	Gravure d'arséniure de gallium par ions réactifs dans un plasma à base de CF_4
13/02	J.P. Dionne	Département de génie Électrique École Polytechnique	Étude de la conception de circuits intégrés sur l'arséniure de gallium
20/02	A. Selmani	Département de génie physique École Polytechnique	Adhésion de l'aluminium aux surfaces de polymères
27/02	A. Ginovker	INRS-Énergie Varennes	La modélisation des procédés CVD à basse pression
13/03	M. Svilens	Bell Northern Research Advanced Technology Laboratory Carling Ave, Nepean, Ont.	Optoélectronique intégrée
03/04	R. Hadaway	Northern Telecom Electronics Nepean, Ontario	Bi-CMOS: circuits intégrés mélangés: bipolaires et CMOS
08/05	Z. Lu	Département de génie physique École Polytechnique	Études par XPS de Si implanté avec Ga
12/06	P. Vasilopoulos	Département de génie physique École Polytechnique	Calibration quantique de la minibande interdite dans les superréseaux
03/07	P.R. i Cabarrocas	Princeton University Dept. of Eng. Physics	Effet du bombardement ionique dans un plasma de SiH_4 sur les propriétés du a-Si:H
14/07	Y. Skarlatos	Eti Elektroteknik Istanbul	Localised states in amorphous silicon
17/07	F.M. Peeters	University of Antwerp Antwerp, Belgium	Transport in solid state waveguides
27/07	J.L. Robert	Université de Montpellier France	Propriété multibarrière du centre D_X dans GaAlAs dopé Si
14/08	W. Schirmacher	Technische Universitaet Münich	Quantum interference and magnetoconduction in hopping transport

25/08	S. Etemad	Bell Comm. Research	Waveguiding and nonlinear optics and polymers
18/10	B. Movaghar	GEC Londres	Transport et relaxation de l'énergie dans les semi-conducteurs
23/10	M. Meunier, L.J. Lewis, T. Pochet, J. Dubeau et A. Yelon	GCM	Rapport sur ICALS et ICAST
06/11	B. Movaghar	GEC Londres	Transport dans les puits quantiques et superréseaux à base de semiconducteurs I
13/11	B. Movaghar	GEC Londres	Transport dans les puits quantiques et superréseaux à base de semiconducteurs II
20/11	B. Movaghar	GEC Londres	Transport électronique dans les systèmes quasi-unidimensionnel: les polymères polyacétylène et polydiacétylène I
27/11	E.A. Schiff	Department of Physics Syracuse University	One hundred trillion picoseconds of photocarrier evolution in amorphous silicon
28/11	B. Movaghar	GEC Londres	Transport électronique dans les systèmes quasi-unidimensionnel: les polymères polyacétylène et polydiacétylène II
04/12	B. Movaghar	GEC Londres	Transport électronique dans les semi-conducteurs amorphes III

VIII- CONFÉRENCES DONNÉES PAR LES MEMBRES

Nous présentons ici toutes les conférences du GCM données à l'extérieur durant l'année 1989.

Février

S.I. Najafi et C. Wu "Fabrication and Characterization of single-mode glass waveguide power dividers", OFC'88, Houston (U.S.A.)

E. Sacher, "L'adhérence dans les dispositifs multicouches", Laboratoire Interdisciplinaire de Spectroscopie Electronique, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgique.

M.R. Wertheimer, "Multipurpose Protective Coatings for Spacecraft Materials", Advanced Materials Forum, Toronto.

Mars

C.J. Arsenault et M. Meunier "Proposed new resonant tunneling structures with δ-doped barriers", APS March meeting, St-Louis.

Y. Frongillo et Y. Lépine, "Large Polaron Band structure and effective mass at finite temperature" Congrès APS, St-Louis.

Y. Lépine, "Transitions de phase dans les perovskites: application à la dynamique de $KMnF_3$", Dept. de physique, Université de Sherbrooke.

M. Meunier, M. Bisson et M. Kemp "Amorphous Silicon Static induction transistor", APS March meeting, St-Louis.

F.M. Peeters et P. Vasilopoulos, "New Method of Controlling the gaps between the minibands of a superlattice", St. Louis, U.S.A.

P. Vasilopoulos et D. Aitelhabti, "New Analytic Wave functions for superlattices including band nonparabolicity", St. Louis, U.S.A.

Avril

G. Lamouche et S.I. Najafi, "Finite-element analysis of ion-exchanged waveguides", The Intl, Cong. Optical Science and Eng.: Glasses for optoelectronics, 24-28 avril 1989.

L.J. Lewis "Etudes en matière condensée par simulation numérique", colloque, département de physique, Université de Montréal.

S.I. Najafi, W.J. Wang, J.F. Currie, R. Leonelli et J.L. Brebner, "Ion-exchanged rare-earth-doped waveguides", The Intl. Conf. Optical Science and Eng.: Glasses for optoelectronics, Paris 24-28 avril.

T. Pochet, J.Dubeau, L.-A. Hamel, B. Equer, A. Karar, "Charge Collection in Amorphous Silicon Particle Detectors", MRS Spring meeting San Diego 24-29 avril 1989. E. Sacher "Adhesion in Polymer-Metal Multilayer Devices" Dept. of Materials Engineering, Technion, à Haifa, Israël, 13 avril 1989.

E. Sacher, "Reaction During Metal Deposition onto Polyimide" Israël Vacuum Society Meeting, Bar Ilan University, Ramat Gan, Israël (conférencier invité) 17 avril 1989.

P. Vasilopoulos, "Superlattices: i) exact analytic wave functions. ii) a new method of miniband engineering", NRC, avril 1989, Ottawa.

D.G. Zimcik, M.R. Wertheimer, K.G. Balmain et R.C. Tennyson, "Evaluation of Plasma-deposited Protective Coatings for multi-purpose Space Applications", Proc. Int. Conf. on Metallurg. Coatings, San Diego, CA, avril 1989.

D.G. Zimcik, M.R. Wertheimer, K.G. Balmain, et R.C. Tennyson, "Plasma-Deposited Protective Coatings for Spacecraft Applications", Proc. MRS Spring meeting, San Diego, CA avril 1989.

Mai

P. Vasilopoulos, "Quantum Tunability of superlattice minibands", Institute of Semiconductors, mai 1989, Kiev, USSR.

P. Vasilopoulos, "Electrical Conduction in a quasi-one-dimensional wire", Institute of Semiconductors, mai 1989, Kiev, USSR.

M.R. Wertheimer, "Multipurpose Protective Coatings for Spacecraft Materials" TABES'89, Huntsville, Alabama.

Juin

L. Cliche, S.C. Gujrathi, L.-A. Hamel, "The Pulse Height Defect for ^{16}O, ^{35}Cl, and ^{81}Br Ions in Silicon Surface Barrier Detectors", Ion Beam Analysis Conference, Kingston 26-30 juin.

Y. Frongillo et Y. Lépine "Effect of the relaxation of the effective-mass approximation on the optical polaron self-energy", Congrès ACP, Guelph.
S.C. Gujrathi, D.W. Hetherington, P.F. Hinrichsen, M. Bentourkia, "The Detection of Heavy Ions with P-I-N Diodes" Ion Beam Analysis Conference, Kingston 26-30 juin 1989.

P.F. Hinrichsen, D.W. Hetherington, S.C. Gujrathi, L. Cliche, "Heavy Ion Energy Resolution of SSB Detectors" Ion Beam Analysis Conference, Kingston 26-30 juin 1989.

A. Houdayer, P. Bélanger, I. Brissaut, J.E. Crawford, H. Daudet, G. Gagnon, J.K.P. Lee, J. Obert, J. Pinard, K. Scholberg "An Investigation of Laser Desorption of Au by PIXE and RBS Technique Using a He Beam", Ion Beam Analysis Conférence, Kingston, 26-30 juin 1989.

Y. Huai et R.W. Cochrane, "Oxidation behaviour of RF Sputtered NiZr amorphous films", Congrès ACP Guelph.

L.J. Lewis, "Orientational Freezing in Molecular Crystals: A Molecular-Dynamics Study", Supercomputing Symposium, Toronto, Ontario.

L.J. Lewis et Y. Lépine, "Molecular-dynamics study of the fluorine-based perovskite $KMnF_3$", First General Meeting of the APS Topical Group on Computational Physics, Boston.

M. Meunier "Laser processing for microelectronics", Northern Telecom Electronics.

R. Morel et R.W. Cochrane, "Propriétés de transport dans le NiZr amorphe", Congrès ACP Guelph.

K. Oxorn, S.C. Gujrathi, S. Bultena, L. Cliche, J. Miskin, "Iterative Computer Analysis Package for Elastic Recoil Detection (ERD) Experiments" Ion Beam Analysis Conference, Kingston 26-30 juin 1989.

P. Vasilopoulos, "Quantum Tunability of superlattice minibands", SUNY, juin 1989, Buffalo, U.S.A.

M.R. Wertheimer, "Plasma-Deposited Protective Coatings", Workshop on Atomic Oxygen, Spar, Toronto.

Juillet

M. Gamez-Garcia, R. Bartniskas et M.R. Wertheimer, "High Temperature Modification of XLPE exposed to Partial Discharges" Proc. IEEE ICSD3 Trondheim, Norway, IEEE Doc. 89CH2726-8, pp. 359-363.

S.I. Najafi et C. Wu, "Single-mode polarization-insinsitive wavelength-independent ion-exchanged glass directional couplers", Integrated Optics and Optical Fiber Communication, IOOC'89, Japan.

P. Rabiller, J.E. Klemberg-Sapieha, M.R. Wertheimer et A. Yelon, "Electrical Properties of a-SiO_xN_y:H Prepared by Microwave PECVD", Proc. 3rd Int. Conf. on Conduction and Breakdown in Solid Dielectrics, Trondheim, Norway, pp. 299-303.

M.R. Wertheimer, "Electrical Properties of P-SiON:H Films" Philips Research Laboratory, Hamburg FRG.

Août

L.J. Lewis et N. Mousseau, "Computer-Simulated Model Structures for Hydrogenated Amorphous Semiconductors", 13th Int. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors Asheville, 21-25 août 1989.

R.A. Masut, "Growth and properties of InGaAs on GaAs by LP-MOCVD", University of Gent, Belgium.

T. Pochet, J. Dubeau, L.-A. Hamel, B. Equer, A. Karar, "Modeling of the Signal Induced in a-Si:H Particle Detector by Protons" First International Conference on Amorphous Semiconductor Technology, Asheville, 21-25 août 89.

M.R. Wertheimer, "Plasma Modification of Polymer Surfaces", Defense Research Establishment Ottawa (DREO).

Septembre

M.H. Bernier, J.E. Klemberg-Sapieha, L. Martinu et M.R. Wertheimer, "Polymer Surface Modification by Dual-Frequency Plasma Treatment", ACS Int. Symp. on Metallization of Polymers, Montréal, Canada (invited).

A. Domingue, L. Dignard-Bailey, E. Sacher, A. Yelon, et T. Ellis, "Reaction During the Sputtering of Metals onto Polyimide", Int. Sym. on Metallization of Polymers, Montréal. (parrainé par l'American Chemical Society).

S.C. Gujrathi, K. Oxorn, L. Lemay, G. Kajrys, "Nuclear Scattering Techniques to Depth Profile Thin Films and Interfaces" International Symposium of Polymers.

B. Lamontagne et M.R. Wertheimer, "Microwave and Radiofrequency O_2CF_4 Plasma Etching of Commercial Polymers", 9th Int. Symp on Plasma Chemistry (ISPC 9) Pugnochuiso, Italy.

L. Martinu, J.E. Klemberg-Sapieha et M.R. Wertheimer, "Deposition of Semiconductor and Dielectric Films in Dual- and Single-mode Microwave and Radiofrequency Plasmas" ISPC9, Pugnochuiso, Italy.

M. Meunier, "Procédés laser pour la microélectronique", Ecole Polytechnique de Montréal.

E. Sacher, "The Present State of Metallized Polyimide", International Symposium on the Metallization of Polymers, Montréal. (parrainé par l'American Chemical Society).

M.R. Wertheimer, "Microwave Plasma Processing" ENI Ricerche, Monterotondo (Rome), Italy.

Octobre

G. Gagnon, S. Pélissou et M.R. Wertheimer, "Oxidations Dependence of Breakdown Strength of XLPE", Proc. IEEE Conf. on Electr. Insul. and Dielectric Phenomena (CEIDP) Oct. 89 Leesburg, VA, IEEE, Dec. 89 CH2773-0 pp. 241-246.

R. Leonelli "Photoluminescence résolue en domaine temporel du $In_xGa_{1-x}As$/ GaAs", Dép. de physique, Université de Sherbrooke.

Novembre

L. Abadli, R. Morel et R.W. Cochrane, "Hall effect of sputtered NiZr and CoZr metallic glasses near the critical magnetic concentration", MMM Conférence Boston.

R.W. Cochrane, "Electronic in metallic glasses", conférencier invité, Queen's University Kingston.

R. Izquierdo, M. Meunier et C. Lavoie, "KrF Excimer Laser Deposition of titanium from $TiCl_4$", Conférence MRS, Boston 27 nov. - 2 déc.

A. Houdayer, "Technique PIXE et RBS pour les analyses de surfaces", Séminaire de recherche à Mitel 1989.

IX- FINANCEMENT DU GCM

Les fonds qui permettent le fonctionnement du GCM proviennent de quatre sources: le gouvernement fédéral, le gouvernement provincial, l'Université et l'Ecole Polytechnique et l'industrie. On doit aussi distinguer entre les fonds obtenus au nom du Groupe d'un côté et les subventions et contrats obtenus par ses membres, soit individuellement, soit en collaboration entre eux, soit en collaboration avec des non-membres.

En 1989 le GCM en tant que groupe détenait deux subventions et un contrat, tous importants et tous du Québec. La subvention FCAR Centres continue jusqu'en juin 1993. Par contre en ce qui nous concerne, les deux programmes du Ministère de l'Enseignement Supérieur, soit Actions Structurantes et Transfert Technologique se terminent en 1990. Avec ces trois sources nous avons pu faire une gestion équilibrée, balançant les financements pour les activités particulières de l'infrastructure et des actions globales. S'il n'y a pas de nouveaux programmes pour remplacer ceux qui se terminent, cet équilibre sera beaucoup plus difficile à atteindre au cours des prochaines années.

En tout cas, les membres du Groupe ont poursuivi et accru leurs efforts pour obtenir du financement pour divers projets particuliers: subventions stratégiques et spontanées, subventions industrie-université, subventions d'équipe, projets mobilisateurs, contrats gouvernementaux, contrats industriels,...

Les membres ont constaté la nécessité d'accroître leurs efforts pour développer des collaborations et trouver un financement dans un domaine où les recherches sont de plus en plus coûteuses, et où le financement gouvernemental augmente peu. Ainsi, les efforts pour développer des collaborations avec l'industrie ont été vigoureusement poussés. Dans cette perspective les trois laboratoires, discutés en Section IV, ont été récemment réorganisés afin de supporter de telles collaborations et de servir de ressource à la communauté scientifique montréalaise.

En terminant, nous donnons un aperçu des diverses ressources financières du GCM pour l'année 1989.

ANNEXE I

SUBVENTIONS ET COMMANDITES DU GCM POUR 1989

NOM DU CHERCHEUR	TITRE DU PROJET	ORGANISME SUBVENTIONNAIRE	ANNEE D'OBTENTION	MONTANT ANNUEL RECU
A. Yelon et 15 collaborateurs	Groupe des Couches Minces	MESS - Actions Structurantes	85-90	$320,000
A. Yelon et 15 collaborateurs	Groupe des Couches Minces	FCAR Centre	88-93	$207,500 Fonct. $ 35,000 Equip.
J.L. Brebner et 10 collaborateurs	Transfert de technologie	MESS	87-90	$150,000
J.F. Currie et 6 collaborateurs	Cellules solaires à base de a-Si:H	Energie, Mines et Ress. Canada	87-89	$102,000
J.F. Currie et 8 collaborateurs	MODFAB	CRSNG (Infrastruct.)	89-92	$ 30,000
E. Sacher et 4 collaborateurs	Laboratoire de Surface	CRSNG (Infrastruct.)	89	$ 7,500
J.L. Brebner et 4 collaborateurs	Propriétés fondamentales des matériaux d'importance technologique	FCAR (Equipes)	89-92	$ 55,000
J.F. Currie et 4 collaborateurs	Dispositifs microélectroniques et photoniques	FCAR (Equipes)	87-90	$ 22,000
M.R. Wertheimer et 4 collaborateurs	Propriétés électriques des isolants polymériques et inorganiques	FCAR (Equipes)	88-91	$ 39,000
M.R. Wertheimer et 3 collaborateurs	Multipurpose Protective Coatings for spacecraft materials	CRSNG Strat.	89	$ 96,000
H. Pepin, J.F. Currie et 2 collaborateurs	Sources rayons-x pour lithographie submicronique	CRSNG Strat.	87-90	$ 88,000

S.I. Najafi	Integrated optics: narrow band wavelength multiplexer/ demultiplexer	CRSNG Univ-ind.	89	$ 76,000
R.A. Masut et 3 collaborateurs	Heteroepitaxy of InP on Si for high efficiency solar cells	CRSNG Strat.	89-91	$ 56,000 Fonct. $ 38,637 App.
M. Meunier	Laser Processing of Ti:$LiNbO_3$ Optical waveguides	CRSNG Strat.	87-90	$ 87,000
J.F. Currie et 2 collaborateurs	Modulateur optique intégré sur le GaAs	CRSNG Strat.	86-89	$106,000
ENSEMBLE DES SUBVENTIONS INDIVIDUELLES DU CRSNG		CRSNG	89	$337,000
FONDS INTERNES		UNIVERSITÉ ET POLYTECHNIQUE	89	$140,000
INFRASTRUCTURE LPN		CRSNG	89	$140,000
CONTRATS LPN		DIVERS	89	$ 40,000